

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ | ΤΜΗΜΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

APODYOPSIS_LOFT

ACOUSTIC / PARAMETRIC / ORIGAMIC DESIGN FOR OPEN PLAN SPACES

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΒΥΖΟΒΙΤΗ ΣΟΦΙΑ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ: REMY NICOLAS
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ: ΑΓΓΕΛΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑ | ΧΑΡΙΣΙΑΔΗ ΚΑΤΕΡΙΝΑ

ΑΚΑΔ. ΕΤΟΣ: **2013-2014**

APODYOPSIS_LOFT

ACOUSTIC / PARAMETRIC / ORIGAMIC DESIGN FOR OPEN PLAN SPACES

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΒΥΖΟΒΙΤΗ ΣΟΦΙΑ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ: REMY NICOLAS
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ: ΑΓΓΕΛΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑ | ΧΑΡΙΣΙΑΔΗ ΚΑΤΕΡΙΝΑ

ΑΚΑΔ. ΕΤΟΣ: **2013-2014**

Η βελτίωση των συνθηκών άνεσης με όλες τις παραμέτρους που περιλαμβάνουν, αλλά ιδιαιτέρως τον τομέα της ακουστικής, με την εφαρμογή μιας και μόνο χωρικής επέμβασης είναι η κεντρική επιδίωξη αυτής της διπλωματικής εργασίας. Η open plan αίθουσα στο Πατάρι του Μεταπτυχιακού Τμήματος στο κτίριο της Σχολής Αρχιτεκτόνων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας είναι ο βασικός χώρος μελέτης και επεξεργασίας, όπου η προγενέστερη ερευνητική εργασία με τίτλο “Acoustic/ Parametric/ Origamic Design for Open Plan Spaces” εφαρμόζεται και εξελίσσεται συνθετικά μέσα από μια λογική «απογύμνωσης» του χώρου από τις προβληματικές του (ακουστική, φωτισμός, θέρμανση, ψύξη κ.α.). Το πέτασμα οροφής και οι μικρότερες επιδαπέδιες υποδιαίρεσεις κινήθηκαν στα πλαίσια των πτυχώσεων και του παραμετρικού σχεδιασμού για τη διαμόρφωση της τελικής του μορφής και λειτουργίας, με βασική τη σύνθεση του παραμετρικού εργαλείου που περιλαμβάνει ολόκληρη τη διαδικασία πραγμάτωσης της σχεδιαστικής ιδέας, από τη μορφολογία μέχρι την υλικότητα και τον έλεγχο της κατασκευής. Η αντιμετώπιση του κάθε προβλήματος ξεχωριστά, η προσαρμογή της επέμβασης στο χώρο και τα σενάρια χρήσης του, η βελτίωση της ήδη υπάρχουσας κατάστασης με όσο το δυνατόν απλές και υλοποιήσιμες δομές τόσο μορφολογικά-σχεδιαστικά όσο και κατασκευαστικά είναι στοιχεία που από μόνα τους επιχείρησαν να διαμορφώσουν το παραγόμενο μοντέλο και ταυτόχρονα να το αξιολογήσουν ως προς τη χρησιμότητα και την αποτελεσματικότητά του, χρησιμοποιώντας και τα κατάλληλα εργαλεία και ψηφιακά προγράμματα. Παράλληλα, το όλο εγχείρημα συμπληρώνεται από μια πρόταση προτυποποίησης της ιδέας, ως μια παράμετρο περαιτέρω εξέλιξης μιας ειδικευμένης σχεδιαστικής πρότασης, όπου συνοδεύεται από το αντίστοιχο παραμετρικό εργαλείο με όλα τα στάδια παραγωγής του μοντέλου και ακολουθεί τις ίδιες προοπτικές και στόχους στα πλαίσια μιας ακόμη πιο απλουστευμένης εκδοχής.

APODYOPSIS_LOFT

ACOUSTIC / PARAMETRIC / ORIGAMIC DESIGN FOR OPEN PLAN SPACES

SUPERVISOR: VYZOVITI SOPHIA CONSULTANT: REMY NICOLAS
RESEARCH TEAM: ANGELI CHRISTINA | CHARISIADI AIKATERINA

ACAD. YEAR: **2013-2014**

Improving the conditions of comfort with all parameters including, but particularly in the field of acoustics, with the implementation of a single spatial intervention is the central focus of this thesis. The open plan classroom on the loft of the Postgraduate Department in the School of Architecture University of Thessaly is the main area of study and processing, where the earlier research paper entitled "Acoustic/ Parametric / Origamic Design for Open Plan Spaces" applies and synthetically evolves through a sense of 'apodyopsis' of space from its problematic conditions (sound, lighting, heating, cooling, etc.). The roof panel and the freestanding smaller subdivisions were initiated in the context of folds and parametric design to shape its final form and function, with key piece the composition of the parametric tool involving the entire realization process of the design concept, from morphology to materiality and control of construction. Dealing with each problem separately, adjusting the object in space, improving the existing conditions with simple and feasible structures as regards morphology/design and construction are elements that in themselves attempted to shape the model and simultaneously evaluate it for its usefulness and effectiveness, using the appropriate tools and digital programs. At the same time, the whole project is complemented by a proposal for prototyping of the idea as a parameter for further development of a specialized design proposal, which is accompanied by the corresponding parametric tool with all the production stages of the model and follows the same perspective and objectives in an even more simplified version.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ | ΤΜΗΜΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

APODYOPSIS_LOFT

ACOUSTIC / PARAMETRIC / ORIGAMIC DESIGN FOR OPEN PLAN SPACES

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΒΥΖΟΒΙΤΗ ΣΟΦΙΑ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ: REMY NICOLAS
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ: ΑΓΓΕΛΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑ | ΧΑΡΙΣΙΑΔΗ ΚΑΤΕΡΙΝΑ

ΑΚΑΔ. ΕΤΟΣ: **2013-2014**

**Αφιερωμένο στις οικογένειές μας που μας στηρίζουν σε
κάθε βήμα μας.**



Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τους καθηγητές μας Βυζοβίτη Σοφία και Rémy Nicolas για την καθοδήγηση και την βοήθειά τους, καθώς και όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας. Ιδιαίτερα ευχαριστούμε τον Yrd. Doç. Dr.Mustafa Kavraz, καθηγητή στο Τμήμα Αρχιτεκτονικής του Karadeniz Teknik Üniversitesi, για τη συνεισφορά του στη διεξαγωγή των ακουστικών μετρήσεων, τον κ. Κουτρέτσο Κωνσταντίνο για το ενδιαφέρον που έδειξε όσον αφορά την τρισδιάστατη εκτύπωση (3d print) του αντικειμένου μας καθώς και τους χειριστές και τεχνικούς των εργαστηρίων προτυποποίησης και καταργασίας ξύλου του Τμήματος Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Τέλος, ευχαριστούμε τη συμφοιτήριά μας Ιωάννα Χριστιά για την παραχώρηση σχεδίων και πληροφοριών που αφορούν το χώρο μελέτης μας.



Περιεχόμενα

Πρόλογος	10	Παραμετροποίηση μορφής	53
ΜΕΡΟΣ Α	12	Υλικότητα	63
‘Open Plan’ σχεδιασμός	14	Κατασκευασσιμότητα	67
Επιλογή ‘Open Plan’ χώρου	15	Προτυποποίηση	87
Αποτύπωση υφιστάμενης κατάστασης και		ΜΕΡΟΣ Γ	90
Καταγραφή προβλημάτων	21	Αξιολόγηση	92
ΜΕΡΟΣ Β	36	Επίλογος	125
Πρόταση επέμβασης	38	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	126
‘Origami’ - Αναζήτηση profile	39	Ανάλυση ‘script’	128
Επιδαπέδιο πέτασμα	50	ΠΗΓΕΣ	136
Πέτασμα οροφής	51		

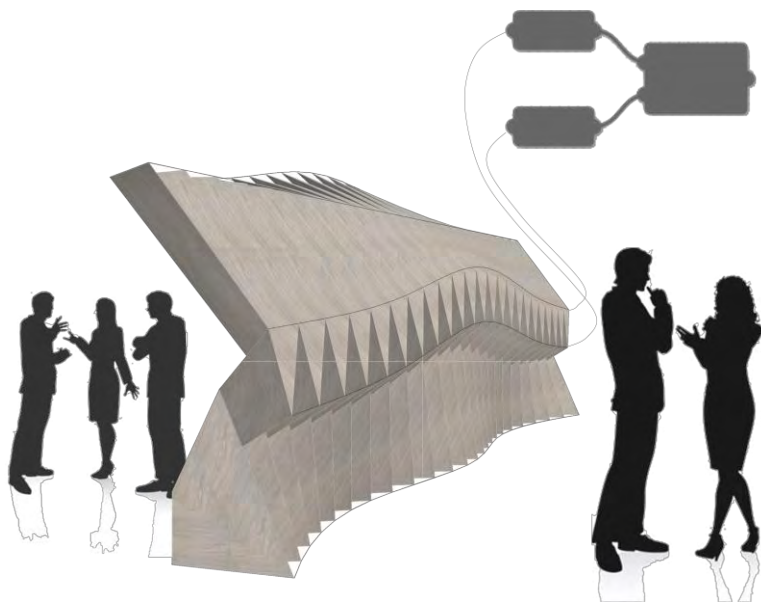


Πρόλογος

Η βελτίωση των συνθηκών άνεσης με όλες τις παραμέτρους που περιλαμβάνουν, αλλά ιδιαιτέρως τον τομέα της ακουστικής, με την εφαρμογή μιας και μόνο χωρικής επέμβασης είναι η κεντρική επιδίωξη αυτής της διπλωματικής εργασίας. Η open plan αίθουσα στο Πατάρι του Μεταπτυχιακού Τμήματος στο κτίριο της Σχολής Αρχιτεκτόνων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας είναι ο βασικός χώρος μελέτης και επεξεργασίας, όπου η προγενέστερη ερευνητική εργασία με τίτλο “Acoustic/ Parametric/ Origamic Design for Open Plan Spaces” εφαρμόζεται και εξελίσσεται συνθετικά μέσα από μια λογική «απογύμνωσης» του χώρου (‘arodgyorsis’, η ενέργεια του να γδύνεις κάποιον νοητικά, να φαντάζεσαι κάποιον γυμνό) από τις προβληματικές του (ακουστική, φωτισμός, θέρμανση, ψύξη κ.α.). Το πέτασμα οροφής και οι μικρότερες επιδαπέδιες υποδιαφρέσεις κινήθηκαν στα πλαίσια των πυχύσεων και του παραμετρικού σχεδιασμού για τη διαμόρφωση της τελικής του μορφής και λειτουργίας, με βασική τη σύνθεση του παραμετρικού εργαλείου που περιλαμβάνει ολόκληρη τη διαδικασία πραγμάτωσης της

σχεδιαστικής ιδέας, από τη μορφολογία μέχρι την υλικότητα και τον έλεγχο της κατασκευής. Η αντιμετώπιση του κάθε προβλήματος ξεχωριστά, η προσαρμογή της επέμβασης στο χώρο και τα σενάρια χρήσης του, η βελτίωση της ήδη υπάρχουσας κατάστασης με όσο το δυνατόν απλές και υλοποιήσιμες δομές τόσο μορφολογικά-σχεδιαστικά όσο και κατασκευαστικά είναι στοιχεία που από μόνα τους επιχείρησαν να διαμορφώσουν το παραγόμενο μοντέλο και ταυτόχρονα να το αξιολογήσουν ως προς τη χρησιμότητα και την αποτελεσματικότητά του, χρησιμοποιώντας και τα κατάλληλα εργαλεία και ψηφιακά προγράμματα. Παράλληλα, το όλο εγχείρημα συμπληρώνεται από μια πρόταση προτυποποίησης της ιδέας, ως μια παράμετρο περαιτέρω εξέλιξης μιας ειδικευμένης σχεδιαστικής πρότασης, όπου συνοδεύεται από το αντίστοιχο παραμετρικό εργαλείο με όλα τα στάδια παραγωγής του μοντέλου και ακολουθεί τις ίδιες προοπτικές και στόχους στα πλαίσια μιας ακόμη πιο απλουστευμένης εκδοχής.





ΜΕΡΟΣ Α

➤ ‘Open Plan’ σχεδιασμός

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει σε μία κατηγορία χώρων που χαρακτηρίζονται ευρέως ως ‘open plan’ (“ελεύθερης” κάτοψης).

Σύμφωνα με τον **Le Corbusier**, *“αρχιτεκτονική είναι η δημιουργία κατασκευαστικών οντοτήτων, οι οποίες προσδιορίζουν χώρο. Οι οντότητες αυτές δεν διαμορφώνουν χώρο αλλά μάζα. Ο χώρος συλλαμβάνεται ως η χωρική ροηκότητα, το κενό ανάμεσα στη μάζα των τοίχων «ελεύθερη κάτοψη»/«Plan Libre»”*

Ο ‘open plan’ σχεδιασμός εφαρμόστηκε αρχικά σε κατοικίες και εργασιακά περιβάλλοντα. Στις μέρες μας υιοθετείται σε διάφορες κατηγορίες χώρου όπως είναι οι σχολικές αίθουσες, τα πολιτιστικά κέντρα, αίθουσες εκδηλώσεων, εκθεσιακοί χώροι, βιβλιοθήκες, αεροδρόμια, εστιατόρια-καφετέριες, ιδρυματικά πλαίσια κτλ.

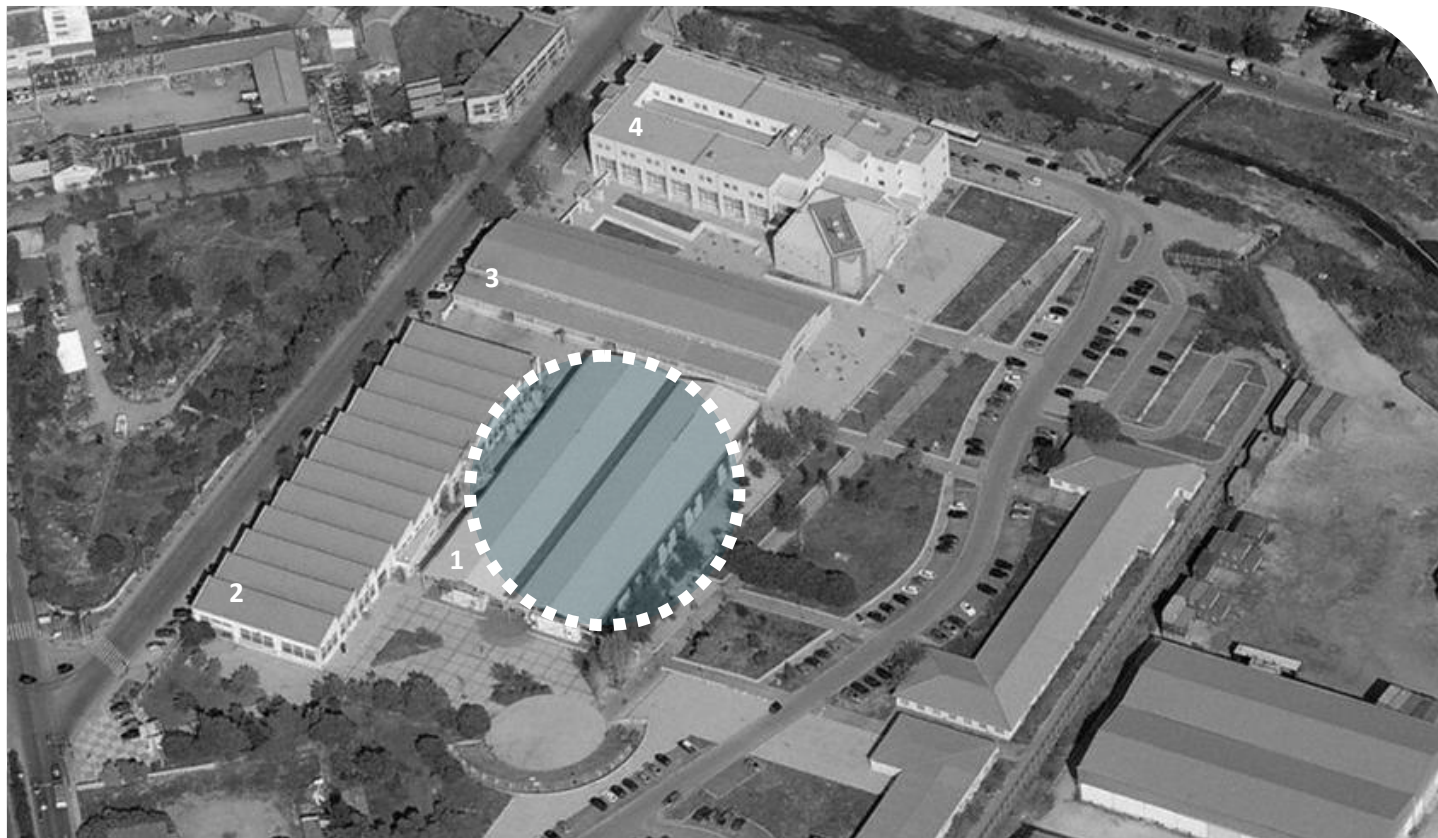


➤ Επιλογή ‘Open Plan’ χώρου

Ο χώρος που επιλέξαμε για την εφαρμογή της μελέτης της ερευνητικής εργασίας βρίσκεται εντός του κτιρίου στο οποίο στεγάζεται σήμερα το Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Πιο συγκεκριμένα, η πλειονότητα των Τμημάτων του Πολυτεχνικού κύκλου της Σχολής Τεχνολογικών Επιστημών στεγάζονται στις εγκαταστάσεις του Πεδίου του Άρεως, το οποίο βρίσκεται στην είσοδο της πόλης του Βόλου από την εθνική οδό Αθηνών-Θεσσαλονίκης. Το συγκρότημα του Πεδίου του Άρεως αποτελείται από τα κτίρια του πρώην εργοστασιακού συγκροτήματος της Μεταλλουργικής (πρώην εργοστάσιο Παπαρήγα), τα οποία ανακαινίστηκαν, και από το νέο κτίριο του Τμήματος Μηχανικών Χωροταξίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης.

Εικόνα 1 (δεξιά): Οι πανεπιστημιακές εγκαταστάσεις στο Πεδίο του Άρεως, Βόλος. Διακρίνονται τα κτίρια που στεγάζουν το Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχ/κών (1), το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχ/κών (2), το Τμήμα Πολιτικών Μηχ/κών (3) και το Τμήμα Μηχ/κών Χωροταξίας και Ανάπτυξης (4).



Το Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών στεγάζεται στο ανακαινισμένο κτίριο της πρώην αποθήκης έτοιμου προϊόντος του εργοστασίου Παπαρήγα, γεγονός στο οποίο οφείλει τον έντονα βιομηχανικό χαρακτήρα του.

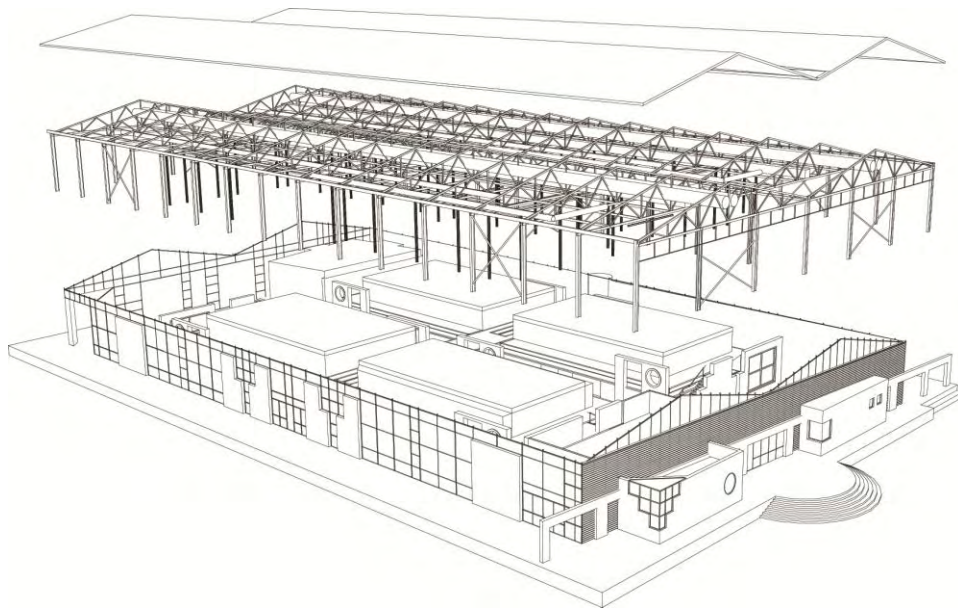
Το κτίριο αποτελεί μεταλλική κατασκευή με αρκετά μεγάλο ύψος, γεγονός που έδωσε τη δυνατότητα κατασκευής ενός επιπλέον ορόφου στο εσωτερικό του. Η κεντρική ιδέα της αρχιτεκτονικής επέμβασης στο εσωτερικό του συνοψίζεται στην εισαγωγή τεσσάρων βασικών όγκων οι οποίοι αποτραβιούνται από το γυάλινο εξωτερικό κέλυφός του και δημιουργούν τρεις διαδρόμους που διατρέχουν κατά μήκος όλο το κτίριο, ενοποιώντας οπτικά και χωρικά τον εναπομείναντα χώρο. Συνεπώς, η αίσθηση του 'open plan' σχεδιασμού είναι έντονη στο εσωτερικό του κτιρίου, διευκολύνοντας την επικοινωνία και την κίνηση. Τέλος, η οροφή του κτιρίου αποτελείται από δύο δίρριχτες μεταλλικές στέγες οι οποίες στην ένωση τους επικαλύπτονται με πολυκαρβονικά φύλλα, τα οποία επιτρέπουν στο φως του ήλιου να εισχωρεί στο κτίριο κατά μήκος του κεντρικού διαδρόμου, αυξάνοντας τα ποσοστά φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό του.



Εικόνα 2: Εργοστάσιο Παπαρήγα - κτίριο αποθήκης έτοιμου προϊόντος.

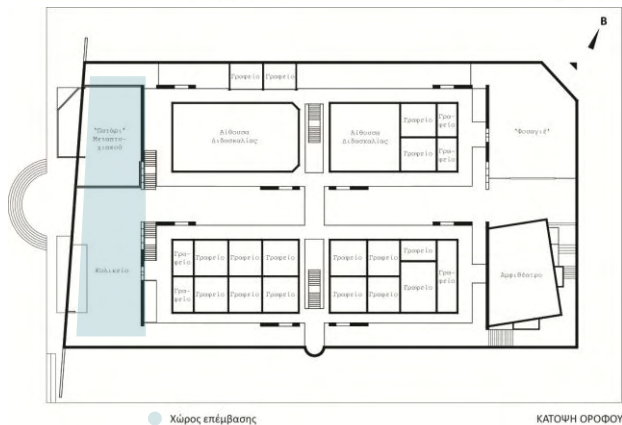


Εικόνα 3:
Ανακαινισμένη
όψη του κτιρίου.



Εικόνα 4: Άποψη του κεντρικού
διαδρόμου της σχολής.





Το λειτουργικό πρόγραμμα του κτιρίου περιλαμβάνει αίθουσες διδασκαλίας, γραφεία, αμφιθέατρο, κυλικείο, την αίθουσα του Μεταπτυχιακού, το πατάρι της αίθουσας του Μεταπτυχιακού κτλ.

Ο χώρος επέμβασης που επιλέξαμε αφορούσε, αρχικά, αυστηρά τα όρια της αίθουσας που βρίσκεται στο πατάρι του Μεταπτυχιακού. Το Πατάρι του Μεταπτυχιακού είναι μια 'open plan' αίθουσα διδασκαλίας, η οποία έρχεται σε άμεση επαφή με το χώρο του κυλικείου της σχολής. Στις τρεις πλευρές της ορίζεται από χαμηλά γυάλινα τοιχεία (ύψους 1,90m), τα οποία ενισχύουν την αίσθηση του open plan σχεδιασμού με την οπτική διαφάνειά τους, ενώ δυτικά εφάπτεται με το κέλυφος του κτιρίου. Στη συνέχεια, για λόγους που θα εξηγήσουμε παρακάτω, αποφασίσαμε την επέκταση της επέμβασής μας και στο χώρο του κυλικείου, το οποίο αποτελεί έναν από τους πιο πολυσύχναστους χώρους του κτιρίου καθώς συγκεντρώνει κόσμο από την πλειοψηφία των γειτονικών σχολών καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας.

Συνολικό εμβαδό κτιρίου: 3000 m²

Συνολικό εμβαδό χώρου επέμβασης: 355 m²

Εμβαδό κυλικείου: 196 m^2

Εμβαδό παταριού: 130 m^2

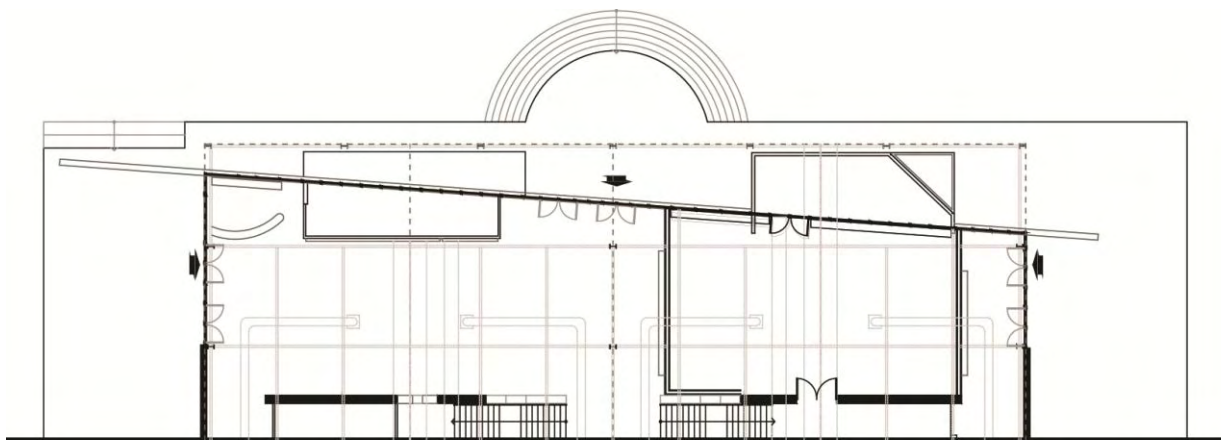
Συνολικό ύψος κτιρίου: 9,50 m

Συνολικός όγκος χώρου επέμβασης: 4000 m^3

Υλικά: μέταλλο, γυαλί, σκυρόδεμα, γυψοσανίδα, πλαστικό δάπεδο, κυψελωτά πανέλα, πολυκαρβονικά φύλλα, ξύλο, κεραμικό τούβλο επένδυσης κτλ.



ΤΟΜΗ ΧΩΡΟΥ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ



ΚΑΤΟΨΗ ΧΩΡΟΥ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ



➤ Αποτύπωση υφιστάμενης κατάστασης και Καταγραφή προβλημάτων

ΧΡΗΣΗ ΧΩΡΟΥ:

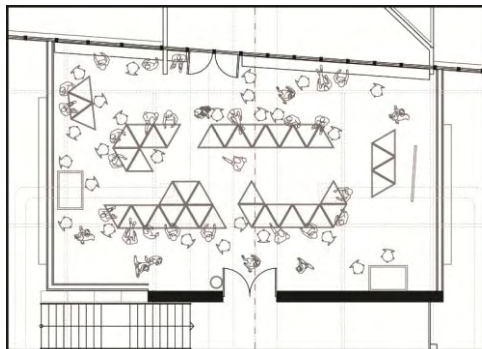
Το Πατάρι του Μεταπτυχιακού, όπως προαναφέρθηκε λειτουργεί κυρίως ως αίθουσα διδασκαλίας, ενώ παράλληλα φιλοξενεί πλήθος δραστηριοτήτων όπως 'workshop', παρουσιάσεις φοιτητικών εργασιών, συνελεύσεις καθηγητών κτλ. Η κινητή επίπλωση της αίθουσας έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να παρουσιάζει ευελιξία στις εκάστοτε ανάγκες

των χρηστών του χώρου. Πιο συγκεκριμένα, τα τριγωνικής μορφής τραπέζια που κυριαρχούν στο χώρο, ενώ αρχικά δίνουν την εντύπωση μιας άστοχης επιλογής καθώς η επιφάνεια εργασίας τους είναι μειωμένη, ωστόσο τόσο ο τρόπος με τον οποίο εφαρμόζουν μεταξύ τους, δημιουργώντας πλήθος σχηματισμών, όσο και οι μικρές διαστάσεις τους, διευκολύνουν την εσωτερική αναδιάταξη της αίθουσας, ώστε αυτή να ανταποκρίνεται βέλτιστα στις απαιτήσεις των χρηστών.

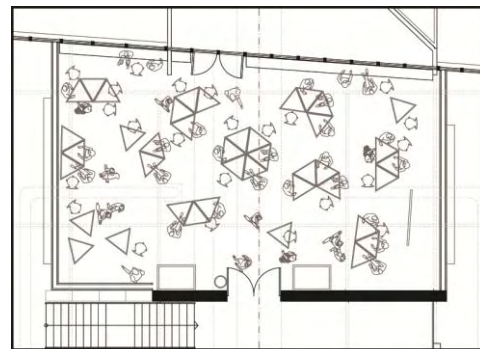
Δύο προβληματικές που προκύπτουν από τη μελέτη της χρήσης του χώρου είναι η έλλειψη κάθετων επιφανειών ανάρτησης των πινακίδων των φοιτητών κατά τη διάρκεια διεξαγωγής παρουσιάσεων και η έλλειψη ιδιωτικότητας που αντιμετωπίζουν οι φοιτητές, ιδιαίτερα όταν πρέπει να εργαστούν ανά ομάδες ('workshop'), γεγονός που επηρεάζει πολλές φορές την απόδοσή τους, καθώς αποσπάται εύκολα η προσοχή τους και μειώνεται ο βαθμός συγκέντρωσής τους.



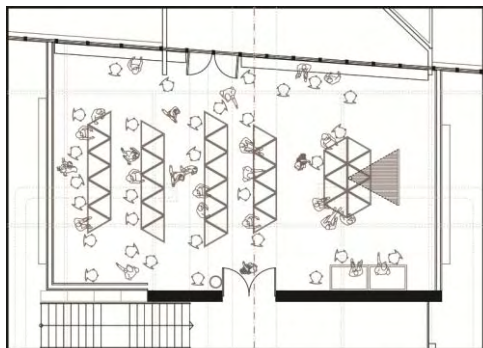
Εικόνα 5, 6: Το Πατάρι του Μεταπτυχιακού.



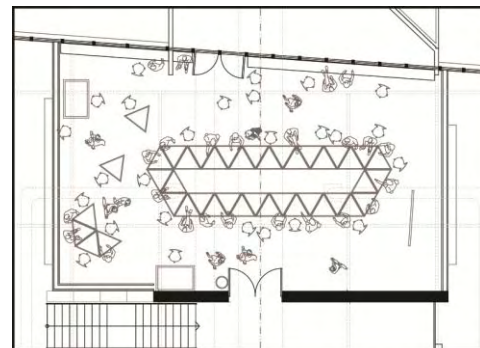
ΚΑΤΟΠΗ 'ΠΑΤΑΡΙΟΥ'- WORKSHOP (μεγάλες ομάδες)



ΚΑΤΟΠΗ 'ΠΑΤΑΡΙΟΥ'- WORKSHOP (μικρές ομάδες)



ΚΑΤΟΠΗ 'ΠΑΤΑΡΙΟΥ'- ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ



ΚΑΤΟΠΗ 'ΠΑΤΑΡΙΟΥ'- ΣΥΝΕΛΕΥΣΗ



ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΧΩΡΟΥ:

Η ακουστική του συγκεκριμένου χώρου αποτελεί έναν από τους πιο προβληματικούς παράγοντες, καθώς η σημασία της ακουστικής άνεσης σε χώρους εργασίας και διδασκαλίας είναι αδιαμφισβήτητη. Σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει, τα υψηλά επίπεδα θορύβου σε ένα χώρο έχουν πολλαπλές επιπτώσεις στον άνθρωπο, όπως ψυχο-σωματικές (αύξηση αρτηριακής πίεσης, κόπωση, πονοκέφαλοι κτλ.), συναισθηματικές (στρες, ευερεθισμός κτλ.), συμπεριφορικές (δυσχεραίνει την επικοινωνία, μειώνει τον αλτρουισμό κτλ.) και γνωστικές (μειωμένη απόδοση σε μια δραστηριότητα, αδυναμία αυτοσυγκέντρωσης κτλ.).

Ο 'open plan' σχεδιασμός, η άμεση γειτνίαση της αίθουσας με το χώρο του κυλικείου, η απουσία ηχοαπορροφητικών

διατάξεων στο εσωτερικό της, το μεγάλο ύψος της οροφής, η απουσία πλαινών διατάξεων μεγάλου ύψους κτλ. είναι μερικοί μόνο από τους λόγους που έχουν σαν αποτέλεσμα την είσοδο θορύβου από το χώρο του κυλικείου σε πρώτο βαθμό και δευτερευόντως από το χώρο του εγγύς κλιμακοστασίου, ενώ παράλληλα προκαλείται διάχυση του ήχου στο εσωτερικό της αίθουσας, δημιουργώντας μεγάλους χρόνους αντήχησης. Αυτά έχουν ως συνέπεια τη μειωμένη ευκρίνεια του λόγου και του βαθμού ιδιωτικότητας της ομιλίας.

Ακολουθούν τα αποτελέσματα από μετρήσεις που έγιναν επί τόπου (Χρόνος Αντήχησης RT (s), Καταληπτότητα D50 (%), Διαύγεια Ομιλίας C80 (dB), Άμεσος Δείκτης Μετάδοσης Ομιλίας RASTI (%)) προκειμένου να εξακριβωθούν τα επίπεδα ακουστικής άνεσης του χώρου.



ΤΟΜΗ ΧΩΡΟΥ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

Πίνακας 1: Χρόνος αντήχησης (RT) – Πατάρι

ΗΧΗΤΙΚΗ ΠΗΓΗ	ΣΗΜΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
ΠΗΓΗ 1	A1	1,39	1,15	1,03	0,80	0,54	0,64
	A2	1,16	0,81	2,23	2,04	0,90	0,83
	A3	1,13	1,53	1,13	1,05	1,03	0,64
	A4	1,12	1,49	1,48	1,44	0,86	0,69
	A5	1,47	0,99	1,60	1,00	0,80	1,01
	A6	1,04	1,86	2,63	1,08	1,00	1,65
ΠΗΓΗ 2	B1	1,69	1,02	2,09	1,25	1,00	0,77
	B2	0,99	0,87	1,05	1,36	1,01	0,85
	B3	1,25	1,19	1,18	0,75	0,76	0,75
	B4	0,88	1,04	1,89	1,06	0,78	0,72
	B5	0,58	0,93	1,10	1,00	0,53	0,56
	B6	1,00	1,20	1,20	0,78	0,70	0,83
ΠΗΓΗ 3	Γ1	1,39	1,15	1,03	0,80	0,54	0,64
	Γ2	1,16	0,81	2,23	2,04	0,90	0,83
	Γ3	1,13	1,53	1,13	1,05	1,03	0,64
	Γ4	1,12	1,49	1,48	1,44	0,86	0,69
	Γ5	1,47	0,99	1,60	1,00	0,80	1,01
	Γ6	1,04	1,86	2,63	1,08	1,00	1,65
ΠΗΓΗ 4	Δ1	1,69	1,02	2,09	1,25	1,00	0,77
	Δ2	0,99	0,87	1,05	1,36	1,01	0,85
	Δ3	1,25	1,19	1,18	0,75	0,76	0,75
	Δ4	0,88	1,04	1,89	1,06	0,78	0,72
	Δ5	0,58	0,93	1,10	1,00	0,53	0,56
	Δ6	1,00	1,20	1,20	0,78	0,70	0,83
Μ.Ο.		1,14	1,17	1,55	1,13	0,83	0,83
RT (ιδανικές τιμές)		0,72-1,44	0,66-1,32	0,6-1,20	0,54-1,20	0,54-1,08	0,48-0,96



Πίνακας 2: Definition (D50) – Πατάρι

ΗΧΗΤΙΚΗ ΠΗΓΗ	ΣΗΜΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
ΠΗΓΗ 1	A1	0,50	2,00	1,40	1,00	1,20	1,40
	A2	1,40	0,70	0,80	0,70	1,00	0,80
	A3	1,60	1,50	2,60	2,60	2,50	2,10
	A4	1,50	1,00	1,10	1,40	1,40	1,60
	A5	-	-	-	-	-	-
	A6	0,70	2,20	1,50	2,30	1,70	1,80
ΠΗΓΗ 2	B1	0,60	1,70	1,20	1,90	2,00	2,00
	B2	2,20	1,30	1,80	2,20	1,50	2,00
	B3	0,50	1,20	2,10	1,10	1,20	1,30
	B4	1,20	1,60	1,10	1,40	1,30	1,70
	B5	1,90	1,60	1,30	1,30	1,50	1,20
	B6	1,60	1,40	1,00	1,50	0,90	1,10
ΠΗΓΗ 3	Γ1	0,50	2,00	1,40	1,00	1,20	1,40
	Γ2	1,40	0,70	0,80	0,70	1,00	0,80
	Γ3	1,60	1,50	2,60	2,60	2,50	2,10
	Γ4	1,50	1,00	1,10	1,40	1,40	1,60
	Γ5	-	-	-	-	-	-
	Γ6	0,70	2,20	1,50	2,30	1,70	1,80
ΠΗΓΗ 4	Δ1	0,60	1,70	1,20	1,90	2,00	2,00
	Δ2	2,20	1,30	1,80	2,20	1,50	2,00
	Δ3	0,50	1,20	2,10	1,10	1,20	1,30
	Δ4	1,20	1,60	1,10	1,40	1,30	1,70
	Δ5	1,90	1,60	1,30	1,30	1,50	1,20
	Δ6	1,60	1,40	1,00	1,50	0,90	1,10
Μ.Ο.		1,25	1,47	1,45	1,58	1,47	1,55

Πίνακας 3: Clarity (C80) – Πατάρι

ΗΧΗΤΙΚΗ ΠΗΓΗ	ΣΗΜΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
ΠΗΓΗ 1	A1	-19,30	-15,30	-16,70	-17,00	-17,40	-16,80
	A2	-18,00	-18,70	-18,70	-19,90	-18,10	-18,80
	A3	-14,90	-15,90	-14,80	-13,50	-14,00	-15,00
	A4	-15,90	-17,90	-16,80	-16,40	-16,20	-16,30
	A5	-	-	-	-	-	-
	A6	-17,20	-15,30	-15,50	-14,60	-15,40	-15,50
ΠΗΓΗ 2	B1	-16,10	-16,90	-16,60	-15,50	-15,00	-14,80
	B2	-14,00	-16,70	-15,00	-14,20	-15,70	-14,80
	B3	-18,90	-17,30	-15,70	-17,40	-17,00	-16,90
	B4	-17,70	-16,70	-17,00	-16,00	-16,60	-15,70
	B5	-16,00	-17,00	-16,30	-17,50	-15,60	-16,70
	B6	-16,90	-15,90	-18,20	-16,20	-18,50	-17,40
ΠΗΓΗ 3	Γ1	-19,30	-15,30	-16,70	-17,00	-17,40	-16,80
	Γ2	-18,00	-18,70	-18,70	-19,90	-18,10	-18,80
	Γ3	-14,90	-15,90	-14,80	-13,50	-14,00	-15,00
	Γ4	-15,90	-17,90	-16,80	-16,40	-16,20	-16,30
	Γ5	-	-	-	-	-	-
	Γ6	-17,20	-15,30	-15,50	-14,60	-15,40	-15,50
ΠΗΓΗ 4	Δ1	-16,10	-16,90	-16,60	-15,50	-15,00	-14,80
	Δ2	-14,00	-16,70	-15,00	-14,20	-15,70	-14,80
	Δ3	-18,90	-17,30	-15,70	-17,40	-17,00	-16,90
	Δ4	-17,70	-16,70	-17,00	-16,00	-16,60	-15,70
	Δ5	-16,00	-17,00	-16,30	-17,50	-15,60	-16,70
	Δ6	-16,90	-15,90	-18,20	-16,20	-18,50	-17,40
Μ.Ο.		-16,81	-16,69	-16,48	-16,20	-16,32	-16,25



Πίνακας 4: RASTI – Πατάρι

ΗΧΗΤΙΚΗ ΠΗΓΗ	ΣΗΜΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	RASTI
ΠΗΓΗ 1	A1	0,14
	A2	0,11
	A3	0,17
	A4	0,14
	A5	0,13
	A6	0,17
ΠΗΓΗ 2	B1	0,18
	B2	0,20
	B3	0,11
	B4	0,19
	B5	0,16
	B6	0,10
ΠΗΓΗ 3	Γ1	0,14
	Γ2	0,11
	Γ3	0,17
	Γ4	0,14
	Γ5	0,13
	Γ6	0,17
ΠΗΓΗ 4	Δ1	0,18
	Δ2	0,20
	Δ3	0,11
	Δ4	0,19
	Δ5	0,16
	Δ6	0,10
Μ.Ο.		0,15
RASTIr (ιδανικές τιμές)		> 0,75

Πίνακας 5: Early Decay Time (EDT) – Κυλικείο

125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Μ.Ο.
1,38	1,38	1,83	1,98	1,90	1,50	1,73

Με δεδομένα τα αποτελέσματα από τις ακουστικές μετρήσεις προχωρήσαμε στην εκτίμηση/υπολογισμό του συνολικού εμβαδού της ηχοαπορροφητικής επιφάνειας που πρέπει να τοποθετηθεί εντός του χώρου, προκειμένου να επιτευχθούν οι επιθυμητοί χρόνοι αντήχησης. Τα σενάρια που μελετήσαμε αφορούσαν, στην πρώτη περίπτωση, την αντίληψη του χώρου ως περικλειστού, ενώ στη δεύτερη ως ανοιχτού. Στον πίνακα που ακολουθεί μπορούμε να συγκρίνουμε τις τιμές που προκύπτουν για το εμβαδό της συνολικής απαιτούμενης ηχοαπορροφητικής επιφάνειας για κάθε σενάριο.

Πίνακας 6: Εκτίμηση συνολικής ηχοαπορροφητικής επιφάνειας

ΥΠΟΘΕΣΗ	ΧΩΡΟΣ	ΟΓΚΟΣ (m ³)		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	M.O.
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΚΛΕΙΣΤΟΣ	615,00	RT (s)	1,14	1,17	1,55	1,13	0,83	0,83	
			A ₁ (m ²)	86,32	84,10	63,48	87,08	118,55	118,55	73,26
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	ΑΝΟΙΚΤΟΣ	4000,00	RT (s)	1,14	1,17	1,55	1,13	0,83	0,83	
			A ₂ (m ²)	561,40	547,01	412,90	566,37	771,08	771,08	604,98

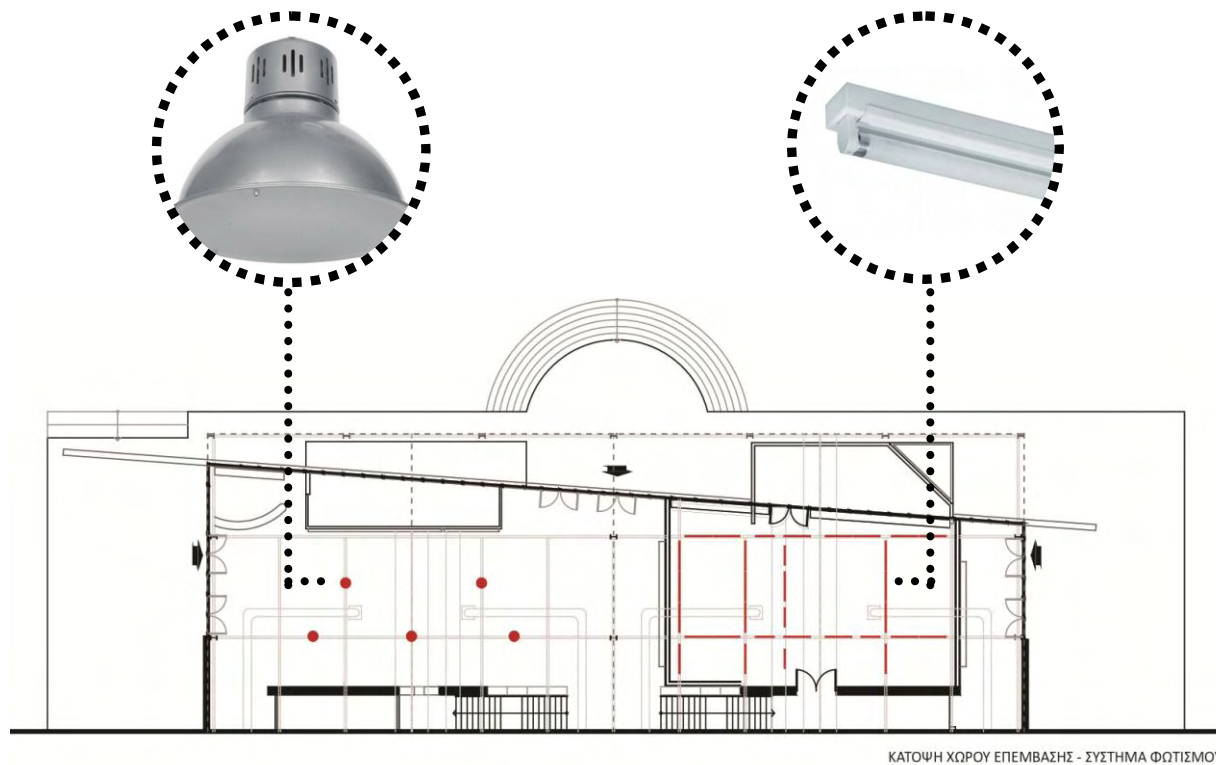
Για τη σχεδιαστική επίλυση αποφασίσαμε να ακολουθήσουμε τη δεύτερη περίπτωση, όπου ο χώρος χαρακτηρίζεται και εκλαμβάνεται ως ανοιχτός, καθώς δε θέλαμε να μεταβάλλουμε την ιδιότητά του να ανήκει σε μια ευρύτερη 'open plan' διάταξη, που χαρακτηρίζει το κτίριο στο σύνολό του, και να απωλεσθούν κατ' επέκταση θετικά και ιδιαίτερα στοιχεία του (άμεση επαφή με όλους τους παρακείμενους χώρους, αισθητική εγγύτητα κ.α.). Για τις ιδανικές τιμές του χρόνου αντήχησης συμβουλευτήκαμε σχετική βιβλιογραφία από το πεδίο της ακουστικής, για τις οποίες τιμές λαμβάνονται υπόψη ο όγκος και η χρήση του χώρου. Δεδομένου ότι οι συγκεκριμένες τιμές αφορούν περικλειστούς χώρους και μόνο, καθώς μετρήσεις σε 'open plan' χωρικές διατάξεις δεν έχουν γίνει ακόμα λόγω της ιδιαιτερότητας στη γεωμετρική υπόσταση και γενικότερη αντίληψη αυτών ως χώρο, στην περίπτωση μας λάβαμε καθ' υπέρβαση τις μετρήσεις αυτές ως ιδανικές και για ανοιχτούς χώρους.



ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΧΩΡΟΥ:

Ο φωτισμός της αίθουσας επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση λαμπτήρων φθορισμού (ράβδοι) σε κάρναβο που ακολουθεί τη διάταξη των δοκαριών του φέροντος οργανισμού που αντιστοιχούν στο τμήμα της οροφής πάνω από την αίθουσα. Το ύψος συναρμολόγησης του συστήματος φωτισμού είναι τα **2.70 m**.

Τα επίπεδα φωτισμού της αίθουσας είναι αρκετά πιο χαμηλά από τα προτεινόμενα, καθώς τα αποτελέσματα που προέκυψαν μετά από μετρήσεις μας δίνουν **290 lux**, νούμερο αρκετά μικρότερο από το συνιστώμενο για κτίρια τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (**500 lux** στην επιφάνεια εργασίας). Όσον αφορά την κατανάλωση και εκεί τα δεδομένα είναι μακριά από τα ιδανικά νούμερα, καθώς η κατανάλωση στο Πατάρι είναι **10.56W/m²** (το Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 προτείνει ισχύ της τάξης του **9.1W/m²** για κτίριο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης).



ΘΕΡΜΑΝΣΗ / ΨΥΞΗ ΧΩΡΟΥ:

Η μόνη πηγή θέρμανσης της αίθουσας στην παρούσα κατάσταση είναι δύο ή περιστασιακά τρεις θερμάστρες υγραερίου, οι οποίες αν και βελτιώνουν τις συνθήκες άνεσης κατά τους χειμερινούς μήνες, ωστόσο δεν συνιστούν την ιδανική λύση. Το συγκεκριμένο σύστημα θέρμανσης αν και ενδύκνεται για τοπική θέρμανση σε πολύ μεγάλους και ανοιχτούς χώρους εντούτοις εγκυμονεί αρκετούς κινδύνους (διαρροή αερίου κτλ.).

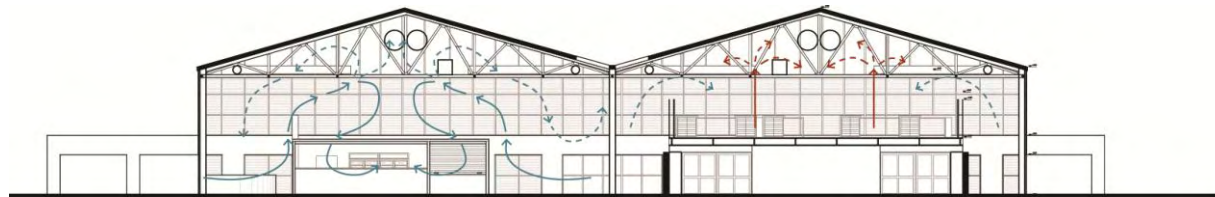
Ως προς τις ανάγκες για ψύξη κατά τους θερινούς μήνες, η μόνη τακτική που ακολουθείται αφορά τον φυσικό δροσισμό,

ο οποίος επιτυγχάνεται μέσω των ανοιγμάτων που υπάρχουν στο κέλυφος του κτιρίου.

Η 'open plan' διάταξη του χώρου, το μεγάλο ύψος της οροφής, η απουσία μόνωσης και το γεγονός ότι η αίθουσα έρχεται σε άμεση επαφή με τα υαλοστάσια του εξωτερικού κελύφους του κτιρίου σε συνδυασμό με την απουσία κάποιου μόνιμου συστήματος θέρμανσης/ψύξης καθιστούν τη συγκεκριμένη αίθουσα ως εκείνη με τα χαμηλότερα ποσοστά θερμικής άνεσης στο σύνολο του κτιρίου.



ΤΟΜΗ ΧΩΡΟΥ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ-ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΨΥΞΗΣ/ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ (ΘΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ)



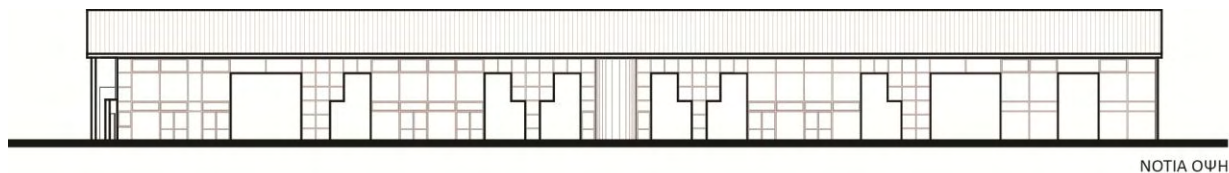
ΤΟΜΗ ΧΩΡΟΥ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ-ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΨΥΞΗΣ/ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ (ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ)



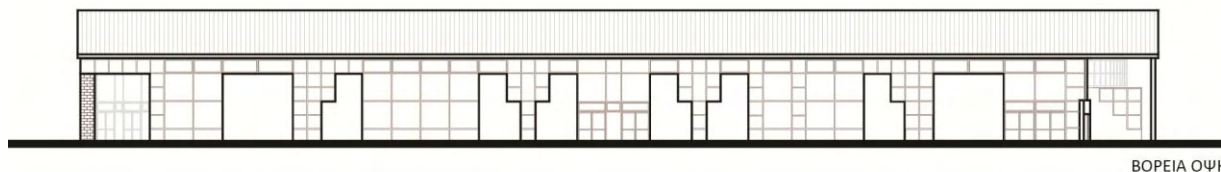
ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΧΩΡΟΥ:

Το κτίριο παρουσιάζει αρκετά μεγάλο βαθμό διαφάνειας καθώς το εξωτερικό κέλυφός του αποτελείται στο μεγαλύτερο μέρος του από υαλοστάσια. Πιο αναλυτικά:

- Η επιφάνεια της νότιας όψης είναι $437,9 \text{ m}^2$ και τα 248.6 m^2 είναι υαλοστάσια, δηλαδή το 56.8% της όψης είναι γυάλινο.
- Η βόρεια όψη έχει $397,8 \text{ m}^2$ επιφάνεια της οποίας τα 242.9 m^2 είναι υαλοστάσια, δηλαδή το 61.0% της όψης είναι γυάλινο.
- Η δυτική όψη έχει $283,7 \text{ m}^2$ επιφάνεια από την οποία τα 167.4 m^2 είναι υαλοστάσια, δηλαδή το 59.0% της όψης είναι γυάλινο.
- Η ανατολική όψη έχει $260,9 \text{ m}^2$ επιφάνεια από την οποία τα 137.2 m^2 υαλοστάσια, δηλαδή το 52.6% της όψης είναι γυάλινο.



NOTIA ΟΨΗ



ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ



ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ



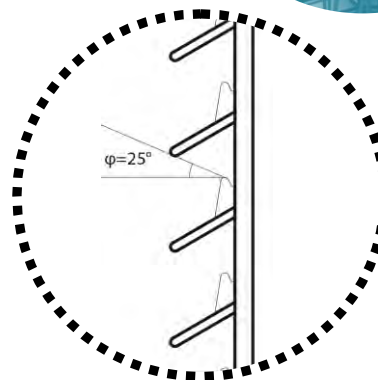
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ



Σε συνδυασμό με τα προηγούμενα, σημαντική αύξηση του ποσοστού φυσικού φωτισμού επιτυγχάνεται μέσω του αιθρίου που δημιουργείται κατά μήκος του κεντρικού διαδρόμου της σχολής με την τοποθέτηση πολυκαρβονικών πανέλων στην οροφή.

Το μεγάλο αυτό ποσοστό διαφάνειας, αν και εξασφαλίζει υψηλά επίπεδα φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό του κτιρίου καλύπτοντας τις ανάγκες του, υπάρχουν στιγμές, ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες οπότε και τα ποσοστά ηλιοφάνειας είναι μεγάλα, που ενδεχομένως να δημιουργεί προβλήματα οπτικής άνεσης λόγω της θάμβωσης που προκαλεί. Προς αποφυγή τέτοιων προβλημάτων, η δυτική όψη του κτιρίου επενδύθηκε με σύστημα σκίασης περισίδων (μήκος 8cm, απόσταση 8cm, γωνία αποκοπής 25°), ενώ παράλληλα έγιναν κάποιες μικροεπεμβάσεις στο χώρο του Παταριού (κουρτίνες) προκειμένου να εξασφαλιστεί η σωστή διεξαγωγή των λειτουργιών εντός της αίθουσας.

Αν και η λήψη των παραπάνω μέτρων προστασίας από την θάμβωση αποδείχθηκε αποτελεσματική, ωστόσο ένα μέρος του προβλήματος εξακολουθεί να υφίσταται, καθώς η νότια πλευρά της αίθουσας, στην οποία δεν έχει τοποθετηθεί κάποιο σύστημα που να παρέχει σκίαση, δυσχεραίνει την ομαλή διαξαγωγή ορισμένων δραστηριοτήτων, όπως την προβολή video εντός της αίθουσας (παρουσιάσεις φοιτητικών εργασιών κτλ.).



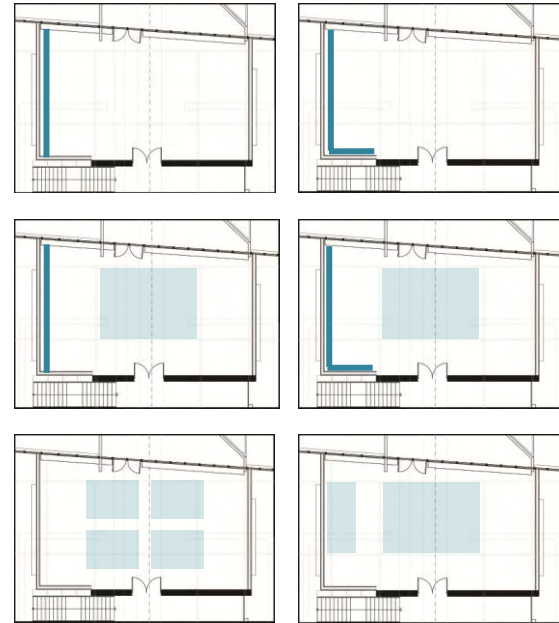
Εικόνα 7,8:
Συστήματα σκίασης
στο χώρο
εέμβασης.

ΜΕΡΟΣ Β

➤ Πρόταση επέμβασης

Λαμβάνοντας υπόψιν τις παραπάνω προβληματικές και εστιάζοντας ιδιαίτερα στα ακουστικά προβλήματα που αντιμετωπίζει ο χώρος, επιχειρήσαμε σαν πρώτο βήμα να επιλέξουμε το είδος της επέμβασης που θα προτείναμε, ώστε να ανταποκρίνεται βέλτιστα στις ανάγκες του. Μετά από πολλές προτάσεις καταλήξαμε στο γεγονός ότι η επέμβαση για να είναι αποτελεσματική έπρεπε να αποτελείται από ένα συνδυασμό πετάσματος οροφής και επιδαπέδιου πετάσματος.

Ο συνδυασμός αυτός επιτρέπει εξίσου τον έλεγχο του ποσοστού διάχυσης του ήχου στο εσωτερικό της αίθουσας, δημιουργώντας μια καινούρια πιο χαμηλή οροφή αλλά και την δυνατότητα αποκοπής ενός μεγάλου μέρους θορύβου, προερχόμενου κυρίως από το χώρο του κυλικείου.



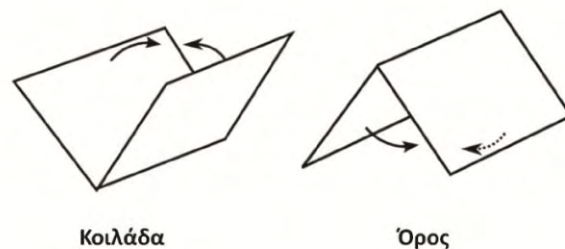
➤ ‘Origami’ - Αναζήτηση profile

Το επόμενο βήμα στην έρευνά μας είναι η αναζήτηση του ‘profile’ των πετασμάτων. Η έρευνα αυτή, όπως και στα πλαίσια του ερευνητικού μας, έγινε στο πεδίο των πτυχώσεων και συγκεκριμένα στην τεχνική των ‘origami’.

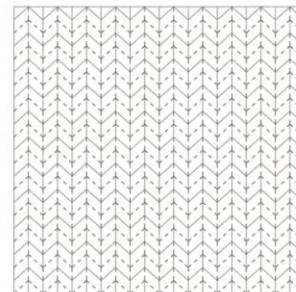
‘Origami’ είναι το όνομα μιας αρχαίας Ιαπωνικής τέχνης διπλώματος χαρτιού. Η λέξη προέρχεται από τα ιαπωνικά και είναι συνδυασμός του ‘ori’ που σημαίνει ‘διπλώνω’ και του ‘kami’ που σημαίνει ‘χαρτί’.

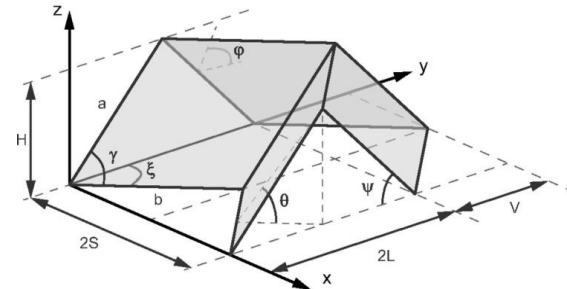
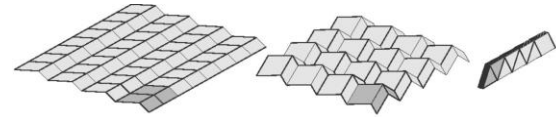
Η βασική ορολογία που χρησιμοποιείται στην τεχνική των ‘origami’ περιλαμβάνει την έννοια της πτύχωσης. Πιο συγκεκριμένα, μία πτυχή είναι ένα ευθύγραμμο τμήμα, ή ακόμα και μία καμπύλη, σε ένα κομμάτι χαρτί. Οι πτυχές μπορούν να διπλωθούν με δύο διαφορετικούς τρόπους: ως ένα όρος, σχηματίζοντας μια προεξέχουσα ράχη ή ως μια κοιλάδα.

Ένα μοτίβο με όρη και κοιλάδες είναι μια ένδειξη για το ποιες πτυχώσεις πρέπει να διπλωθούν σαν όρη και ποιες σαν κοιλάδες.



----- Κοιλάδα
 ————— Όρος





Η αναδίπλωση στην αρχιτεκτονική αναφέρεται ως ένα αντικείμενο που είναι ιδανικά μια δομή και ένας μηχανισμός, καθώς επιτρέπει την ελεγχόμενη μεταφορά των δυνάμεων και της κίνησης μέσα στο γενικό σύστημα χωρίς την ανάγκη για τυχόν δευτερεύοντα συστήματα υποστήριξης.

Πιο συγκεκριμένα, μερικές από τις μηχανικές και μαθηματικές ιδιότητες που παρουσιάζει η τεχνική των 'origami' είναι αυτές της επίτευξης ακαμψίας κατά τη διαδικασία αναδίπλωσης (rigid foldability), της επίπεδης αναδίπλωσης (flat-foldability) και της αναδυλόμενης επιφάνειας (developable surface) – (Gauss curvature). Οι εγγενείς αυτές ιδιότητες της μορφής προσδίδουν στο τελικό αντικείμενό μας ένα πλήθος χαρακτηριστικών, απαραίτητων για την βέλτιστη απόδοσή του στο χώρο (ελάχιστες δυνατότες διαστάσεις αποθήκευσης, δυνατότητα ευελιξίας κτλ.).

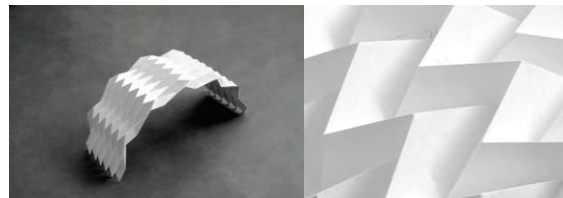


Δύο είναι τα βασικά μοτίβα που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για αρχιτεκτονικές και κατασκευαστικές εφαρμογές: το 'Miura-Orí' και το 'Yoshimura'.

Το 'Miura' μοτίβο αποτελεί την κλασική (και πιο απλή) τεχνική αναδίπλωσης. Το όνομά του το πήρε από τον Ιάπωνα μηχανικό Koryo Miura που το έκανε διάσημο. Η γεωμετρία του μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί για να δημιουργήσει σφαιρικές καμπυλοειδείς επιφάνειες.

Αυτό το μοτίβο μπορεί να δημιουργηθεί με την επανάληψη των αντίστροφων πτυχώσεων. Το μοτίβο αποτελείται από συμμετρικά τραπεζοειδή που σχηματίζουν ένα 'tessellation' ψαροκόκαλου.

Η βάση του 'Yoshimura' μοτίβου είναι μια πτύχωση ρομβοειδούς σχήματος σε μία από τις διαγώνιους του. Η καμπύλη του διπλωμένου μοτίβου εξαρτάται από το σχήμα των ρόμβων. Όσο πιο οξεία η γωνία μεταξύ της διαγωνίου του ρόμβου και της ακμής του, τόσο πιο 'κολακευτική' η κάμψη που παρουσιάζει το μοτίβο.



Εικόνα 9: 'Miura-Orí' μοτίβο.



Εικόνα 10: 'Yoshimura' μοτίβο.

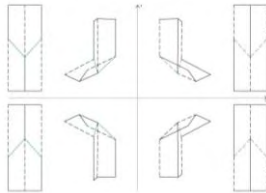
Σε μια προσπάθειά μας να τυποποιήσουμε τη μέθοδο αναζήτησης 'profile' συντάξαμε το δικό μας 'origami shape grammar', το οποίο καταγράφει τα στάδια αναζήτησης μέσω παραλλαγών των γεωμετρικών παραμέτρων που περιγράφουν τα 'origami'.

Διαδικασία αναζήτησης γεωμετρικού 'profile' πετάσματος - 'origami shape grammar'

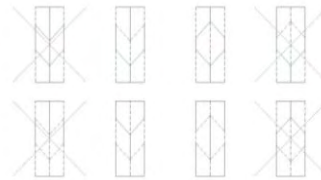
Γεωμετρικοί παράγοντες μοτίβου πετάσματος που επιδέχονται τροποποίηση:

1. Πλήθος και μορφή οριζόντιων διαμήκους πτυχώσεων

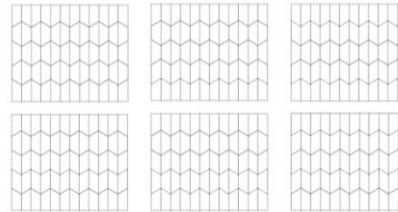
Ένα βασικό 'origami pattern' (flat foldability) αποτελείται από ένα συνδυασμό παράλληλων κάθετων πτυχώσεων (τύπου 'ακοντεόν') και από ένα πλήθος 'τσακίσεων' οι οποίες εφαρμόζονται κατά μήκος της επιφάνειας αναδίπλωσης, δημιουργώντας οριζόντιες διαμήκεις 'τσακίσεις'. Οι οριζόντιες αυτές 'τσακίσεις' μπορούν να πάρουν τις εξής μορφές (όρος με φορά προς τα κάτω, κοιλάδα με φορά προς τα κάτω, όρος με φορά προς τα πάνω, κοιλάδα με φορά προς τα πάνω):



Οι πιθανοί συνδυασμοί των παραπάνω μορφών πτυχώσεων που προκύπτουν είναι οι παρακάτω:

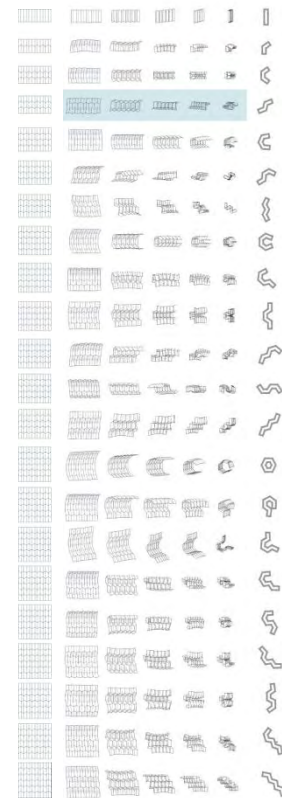


Για παράδειγμα, αν επιθυμούμε το 'pattern' να αποτελείται από τέσσερις (4) οριζόντιες διαμήκεις σειρές πτυχώσεων, οι γεωμετρικά έγκυροι πιθανοί συνδυασμοί είναι οι ακόλουθοι:



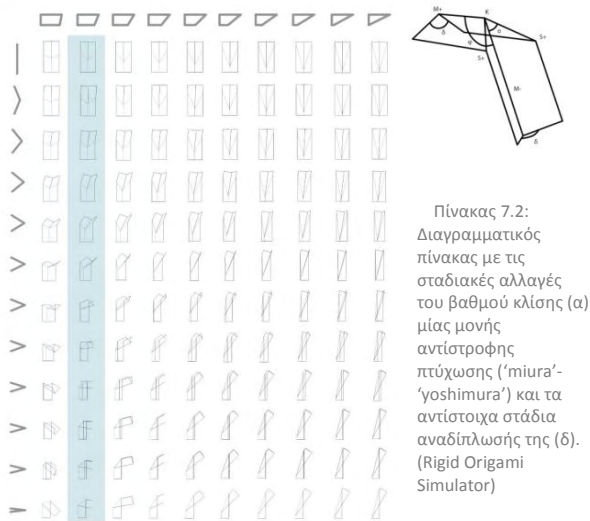
Η διαδικασία αυτή έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή ενός πλήθους διαφορετικών 'profile', όπως φαίνεται και από τον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 7.1: Ενδεικτικός συγκεντρωτικός διαγραμματικός πίνακας με όλους τους πιθανούς συνδυασμούς των 'origami pattern' και τα αντίστοιχα 'profile' τους, που προκύπτουν με βάση τον αριθμό των οριζόντιων γραμμών πτυχώσεων (0-5) που επιδέχονται.



2. Βαθμός κλίσης των γωνιών πτύχωσης

Σε ένα δεύτερο στάδιο επεξεργασίας, εφόσον έχουμε επιλέξει το πλήθος των οριζόντιων γραμμών πτυχώσεων και το αντίστοιχο 'profile' που μας ενδιαφέρει, μπορούμε να το τροποποιήσουμε μεταβάλλοντας το βαθμό κλίσης των γωνιών πτύχωσης (πόσο οξεία ή αμβλεία θα είναι η γωνία πτύχωσης, $0^\circ < \alpha < 180^\circ$), γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα την αλλαγή του βαθμού κάμψης (ϕ) που παρουσιάζει το 'profile' στα σημεία που ορίζονται από τις οριζόντιες γραμμές 'τσάκισής'.



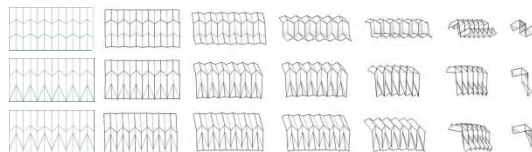
3. Πλάτος κάθετων παράλληλων πτυχώσεων

Ένας τρίτος γεωμετρικός παράγοντας που επιδέχεται τροποποίηση είναι το πλάτος των κάθετων παράλληλων πτυχώσεων, το οποίο μπορεί να ακολουθεί μία λογική σταδιακής αύξησης ή μείωσης είτε μία πιο τυχαία λογική, όπως φαίνεται και στα σχήματα που παραθέτουμε.



4. Αποστάσεις μεταξύ διαδοχικών οριζόντιων διαμήκους πτυχώσεων

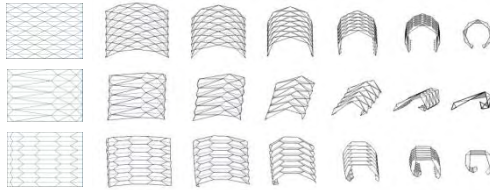
Το τέταρτο στάδιο που ενσωματώνουμε στην πορεία αναζήτησης γεωμετρικού 'profile' αφορά την δυνατότητα αλλαγής των αποστάσεων μεταξύ των οριζόντιων 'γραμμών' πτυχώσεων, δημιουργώντας μοτίβα τα οποία αποτελούνται από επιμέρους κομμάτια διαφορετικών διαστάσεων.



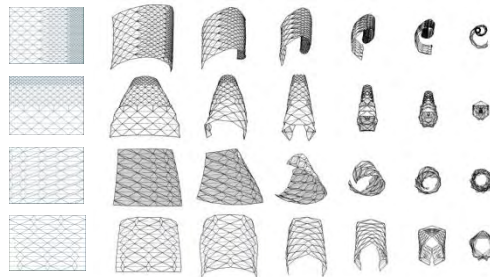
Εικόνα 11.1: Στάδια μορφολογικής εξέλιξης του αρχικού 'origami pattern' μετά την εφαρμογή των γεωμετρικών μετατροπών που προαναφέρθηκαν (αλλαγή γωνίας αναδίπλωσης των πτυχώσεων, αλλαγή αποστάσεων μεταξύ των οριζόντιων 'γραμμών' πτυχώσεων).

ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ 'ORIGAMI PATTERN'**- 'Yoshimura pattern'**

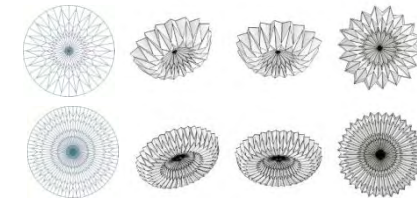
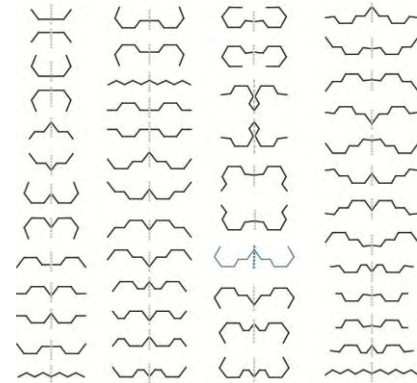
Το 'Yoshimura' μοτίβο αποτελείται από εναλλάζ οριζόντιες διαμήκης πτυχώσεις αντίθετης φοράς, οι οποίες είτε εφάπτονται στις ακμές τους (δημιουργώντας ρομβοειδή 'pattern'), είτε διατηρούν αποστάσεις μεταξύ τους (extended yoshimura). Ακολουθούν ορισμένα ενδεικτικά παραδείγματα 'Yoshimura pattern'.

**- Δημιουργία 'pattern' με χρήση βοηθητικών γραμμών**

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα 'origami pattern' τα οποία προκειμένου να αποκτήσουν γεωμετρική εγκυρότητα κάνουν χρήση ορισμένων βοηθητικών γραμμών (διαγώνιος, διχοτόμος, μεσοκάθετος κτλ.). Στην πορεία παραθέτουμε ορισμένα παραδείγματα τέτοιων 'pattern'.

**- Κυκλικό 'pattern'**

Μία ιδιαίτερη περίπτωση αποτελούν τα 'profile' που ορίζονται από κυκλικά 'pattern'.

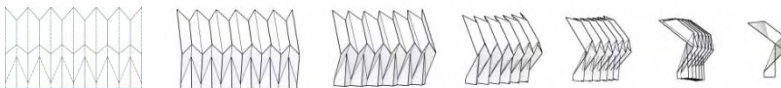


Πίνακας 7.3: Ενδεικτικός διαγραμματικός πίνακας με όλους τους πιθανούς συνδυασμούς 'profile' με κυκλικό 'pattern', όπως προκύπτουν από τον συνδυασμό των 'profile' του Πίνακα 6.1 (mirror).



5. Μορφή απόληξης του 'pattern'

Το πέμπτο στάδιο τροποποίησης του 'origami pattern' αφορά τη δυνατότητα επιλογής της μορφής απόληξής του (ευθύγραμμη, τριγωνική).

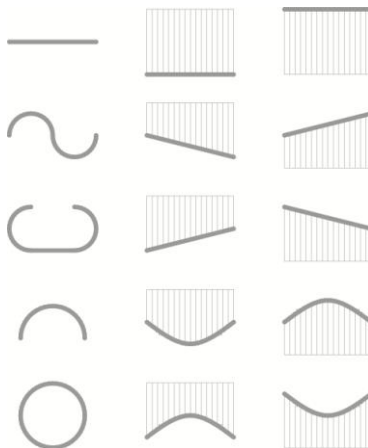
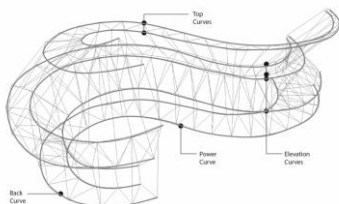


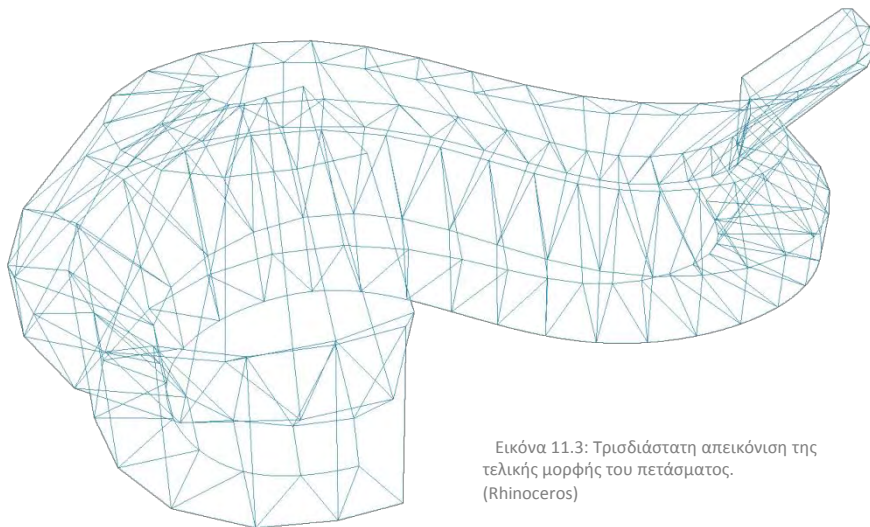
6. Καμπύλες παραμόρφωσης

Τέλος, έχοντας καταλήξει σε ένα επιθυμητό 'profile-pattern', εφαρμόζουμε τις καμπύλες παραμόρφωσης μέσω του Grasshopper script που έχουμε αναπτύξει, δίνοντας στο πέτασμα την τελική μορφή του.

Εικόνα 11.2: Τρισδιάστατη απεικόνιση πετάσματος στην οποία αποτυπώνονται οι τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες καμπυλών επεξεργασίας (power curves, elevation curves, top και back curves).

Πίνακας 7.4: Διαγραμματικός πίνακας από τον οποίο προκύπτουν όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί εφαρμογής καμπυλών παραμόρφωσης.





Εικόνα 11.3: Τρισδιάστατη απεικόνιση της τελικής μορφής του πετάσματος.
(Rhinoceros)



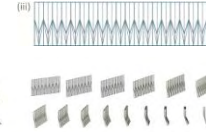
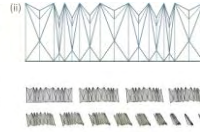
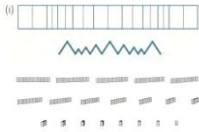
Ακολουθώντας τη συγκεκριμένη διαδικασία καταλήξαμε σε τρεις προτάσεις διαμόρφωσης του πετάσματος, τις οποίες παραθέτουμε συνοπτικά. Η τελική πρότασή μας προέκυψε συνδυαστικά, αξιολογώντας τις τρεις αρχικές και κρατώντας από την καθεμία τα στοιχεία εκείνα που ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες του χώρου.

Σχεδιαστική πρόταση διαμόρφωσης πετάσματος (α):



1. Σχεδιαστική απεικόνιση 'profile' πετάσματος. Αποτελείται από 3 τμήματα: i) ευθύγραμμο επίπεδο, ii) γωνιακό αναρτημένο (μεγάλη κλίση), iii) γωνιακό αναρτημένο (μικρή κλίση).

2. Αναπτύγματα των 'pattern' και στάδια αναδίπλωσης των 3 τμημάτων του πετάσματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα πλάτη των κάθετων παράλληλων πτυχίσεων του επιπέδου τμήματος (i) ακολουθούν τη διαβάθμιση του μεγέθους των χαρτιών (paper size) όπως αυτό καθορίζεται από τα παγκόσμια ISO standard (A0,A1,A2, A3), προκειμένου να δημιουργηθούν επιφάνειες ανάρτησης πινακίδων.



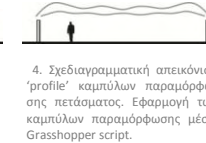
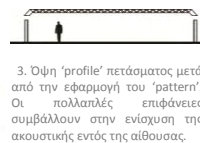
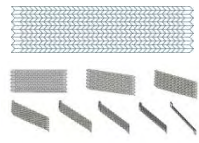
3. Τελική όψη 'profile' πετάσματος. Το επιδαπέδιο τμήμα (i) παρουσιάζει ευελξία ως προς την τοποθέτησή του στο χώρο, δίνοντας τη δυνατότητα στους χρήστες να δημιουργούν περιοχές ιδιωτικότητας.

Σχεδιαστική πρόταση διαμόρφωσης πετάσματος (β):



1. Σχεδιαστική απεικόνιση 'profile' πετάσματος. Αποτελείται από ένα ευθύγραμμο τμήμα, το οποίο αντιστοιχεί σε μία ενιαία αναρτημένη επιφάνεια.

2. Απόσπασμα αναπτύγματος του 'pattern' και στάδια αναδίπλωσης του. Το 'pattern' που επιλέξαμε αποτελείται από ένα απλό 'miura-ori origami tessellation', το οποίο παρέχει τη δυνατότητα να τοποθετηθεί η διπλάσια σχεδόν ποσότητα υλικού καλύπτοντας το ίδιο εμβαδό κάτοψης. Με αυτό τον τρόπο αυξάνουμε το ποσοστό ηχοαπορρόφησης της αίθουσας.



3. Όψη 'profile' πετάσματος μετά από την εφαρμογή του 'pattern'. Οι πολλαπλές επιφάνειες συμβάλλουν στην ενίσχυση της ακουστικής εντός της αίθουσας.

4. Σχεδιαστική απεικόνιση 'profile' καμπύλων παραμόρφωσης πετάσματος. Εφαρμογή των καμπύλων παραμόρφωσης μέσω Grasshopper script.

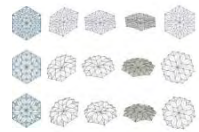
5. Τελική όψη 'profile' πετάσματος. Η τελική μορφή του πετάσματος εκμεταλλεύεται την υπάρχουσα χωροταξική οργάνωση της αίθουσας (δοκάρια, αγωγοί εξαερισμού κτλ.).

Σχεδιαστική πρόταση διαμόρφωσης πετάσματος (γ):

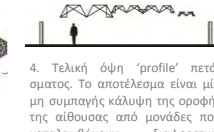
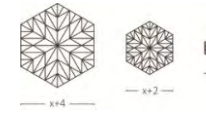


1. Σχεδιαστική απεικόνιση 'profile' πετάσματος. Αποτελείται από αναρτημένες μονάδες εξαγωνικής κάτοψης, οι οποίες ακολουθούν τα 'profile' που αντιστοιχούν στα κυκλικά 'pattern'.

2. Αναπτύγματα των 'pattern' που αντιστοιχούν στις μονάδες και στάδια αναδίπλωσης τους. Προτείνουμε 3 διαφορετικά 'pattern' (miura-ori, yoshimura, extended yoshimura) τα οποία διαφέρουν ως προς το βαθμό καμπυλότητας των 'profile' τους και συνεπώς παρουσιάζουν διαφορετικό βάθος στις τομές τους.

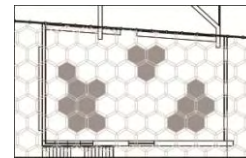
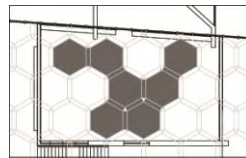
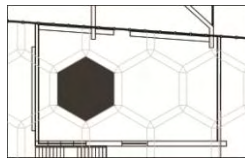


3. Διαβάθμιση του μεγέθους των μονάδων πετάσματος. Πιο συγκεκριμένα, προτείνουμε τη χρήση 3 διαφορετικών μεγεθών: μικρό (x), μεσαίο (x+2) και μεγάλο (x+4) μέγεθος. Η διαφοροποίηση στο μέγεθός τους συνεπάγεται διαφοροποίηση στην έκταση που καταλαμβάνουν.



4. Τελική όψη 'profile' πετάσματος. Το αποτέλεσμα είναι μία μη συμπαγής κάλυψη της οροφής της αίθουσας από μονάδες που καταλαμβάνουν διαφορετική έκταση και βάθος.

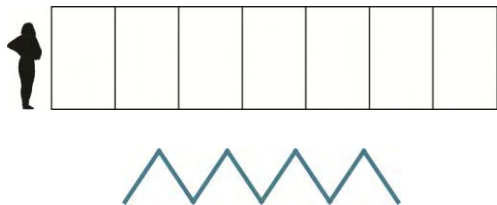
5. Διαδικασία χωρικής τοποθέτησης των μονάδων και τελική διαμόρφωση κάτοψης πετάσματος. Εφαρμογή 3 κανόνων εξαγωνικής μορφής, διαφορετικού μεγέθους (μικρός, μεσαίος, μεγάλος). Το τελικό οπτικό αποτέλεσμα διαμορφώνεται μέσω της αντιστοίχισης ανάρτησης των αλληλοεπικαλυπτιμένων πετασμάτων.



Συνδυαστική σχεδιαστική πρόταση διαμόρφωσης πετάσματος:

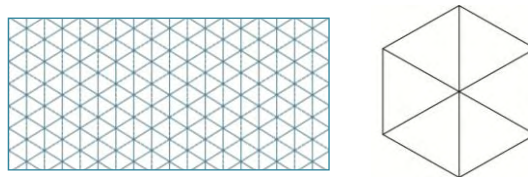
Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των παραπάνω σχεδιαστικών επιλύσεων (α), (β) και (γ) καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι η βέλτιστη λύση περιλαμβάνει ένα συνδυασμό στοιχείων και από τις τρεις περιπτώσεις. Πιο συγκεκριμένα, τα στοιχεία που κρατάμε ανά περίπτωση είναι:

(α) Το **επιδαπέδιο πετάσμα**, το οποίο αποτελείται από ένα πλήθος κάθετων παράλληλων πτυχύσεων με πλάτος που ανταποκρίνεται στις ανάγκες των φοιτητών για ανάρτηση πινακίδων, καθώς η έλλειψη ελεύθερων κάθετων επιφανειών στην αίθουσα δεν παρέχει αυτή τη δυνατότητα. Επίσης, διατηρούμε την ιδιότητα του συγκεκριμένου πετάσματος να κινείται ελεύθερα στο χώρο, δημιουργώντας ημι-περίκλειστες προστατευμένες ακουστικά και οπτικά περιοχές, ανταποκρινόμενο στις εκάστοτε ανάγκες των χρηστών της αίθουσας. Θετικό είναι επίσης το γεγονός ότι παρέχει τη δυνατότητα επίπεδης αναδίπλωσης, διευκολύνοντας την αποθήκευσή του σε στιγμές που αυτή επιθυμείται.



(β) Το στοιχείο της **παραμόρφωσης** μιας επιφάνειας με τη χρήση καμπυλών (Grasshopper script), το οποίο μας επιτρέπει να εκμεταλλευτούμε τις δυνατότητες που προκύπτουν από τις υφιστάμενες χωρικές δομές (μέγιστο ύψος, μέγιστο εμβαδό κτλ.) καθώς και να προσδώσουμε μια τέτοια μορφή στο πέτασμα, η οποία να ανταποκρίνεται εξειδικευμένα στα ακουστικά προβλήματα που παρουσιάζει ο συγκεκριμένος χώρος. Η διαδικασία εφαρμογής του 'script' παραμόρφωσης στην επιφάνεια του πετάσματος θα αναλυθεί στην ενότητα που ακολουθεί.

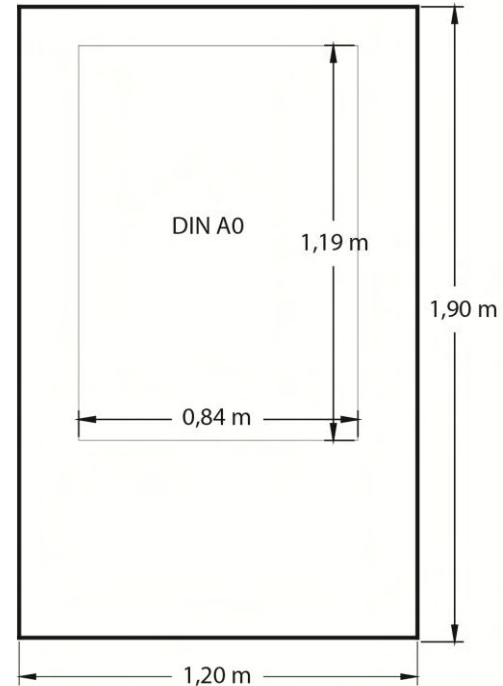
(γ) Το 'pattern' **εξαγωνικού αναπτύγματος**, το οποίο πολλαπλασιαζόμενο δημιουργεί μία ενιαία επιφάνεια, ενώ παράλληλα δημιουργεί σημεία με μεγαλύτερο βάθος, ενισχύοντας την ακουστική του χώρου.



Το 'profile' που προκύπτει με την ενσωμάτωση των προαναφερθέντων στοιχείων αποτελείται από δύο κάθετα αποσπώμενα επιδαπέδια τμήματα και μία ενιαία οροφή, η οποία για λόγους ακουστικής ξεφεύγει από τα όρια της αίθουσας και επεκτείνεται μέχρι το χώρο του κυλικείου.

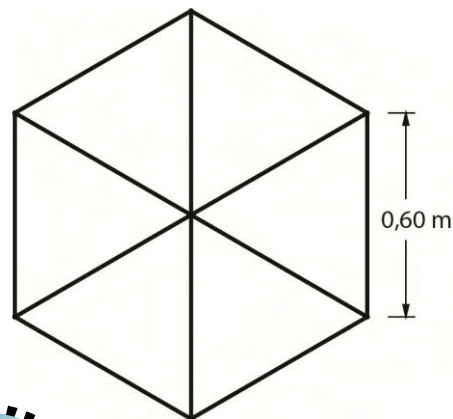
➤ **Επιδαπέδιο πέτασμα**

Το επιδαπέδιο πέτασμα αποτελείται από κάθετες ορθογώνιες επιφάνειες, οι διαστάσεις των οποίων ανταποκρίνονται στις ανάγκες των φοιτητών για ανάρτηση πινακίδων. Πιο συγκεκριμένα, το πλάτος τους είναι σχεδιασμένο ώστε να χωράει τα μεγέθη των χαρτιών (paper size), όπως αυτό καθορίζεται από τα παγκόσμια 'ISO standard' (A0, A1, A2, A3). Το ύψος τους αντιστοιχεί στο ύψος των υαλοπετασμάτων που ορίζουν την αίθουσα βορειοανατολικά και νότια. Το συνολικό πλήθος των ορθογώνιων αυτών τμημάτων του πετάσματος, το οποίο προκύπτει από τις γενικές διαστάσεις της αίθουσας, είναι 16.

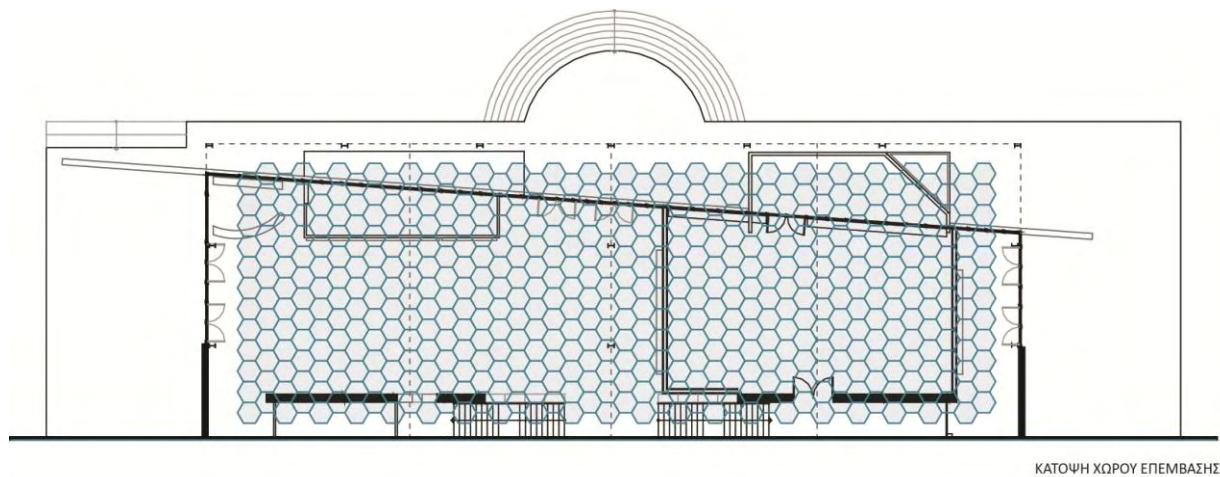


➤ Πέτασμα οροφής

Η επιλογή του εξαγωνικού αναπτύγματος έγινε τόσο για λόγους ακουστικής όσο και αισθητικούς, καθώς αποτελεί έμμεση οπτική σύνδεση με τον υφιστάμενο κινητό εξοπλισμό της αίθουσας (τραπέζια εργασίας). Η διαστασιολόγηση των εξαγώνων που απαρτίζουν τον αρχικό κάναβο έγινε με κριτήριο την ελαφρότητα της κατασκευής, την ευκολία τοποθέτησης/αφαίρεσής τους καθώς και τη δυνατότητα κοπής τους στο Laser Cutter που διαθέτει το Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών (EPILOG LASER 9000 LEGEND 36EXT, 75Watt, επιφάνεια εργασίας: 914x610mm) με στόχο τη μείωση του τελικού κόστους κατασκευής.



Εικόνα 12: Κινητός εξοπλισμός αίθουσας (τραπέζια εργασίας).



➤ Παραμετροποίηση μορφής

Με τα παραπάνω στοιχεία ως σχεδιαστικό υπόβαθρο, προχωρήσαμε στη σύνθεση της διαδικασίας εύρεσης της τελικής μορφής του πετάσματος, η οποία επιτυγχάνεται μέσω της εφαρμογής ενός 'script' παραμόρφωσης. Αφού ορίσουμε, με τη βοήθεια του 'script', τον αρχικό (κανονικό) κάνναβο, θέτοντας τις γενικές διαστάσεις του καθώς και την ακτίνα των εξαγώνων, προχωράμε στην περαιτέρω διαμόρφωσή του με τη βοήθεια των παρακάτω παραμέτρων που περιλαμβάνονται στο σχεδιαστικό σενάριο (script):

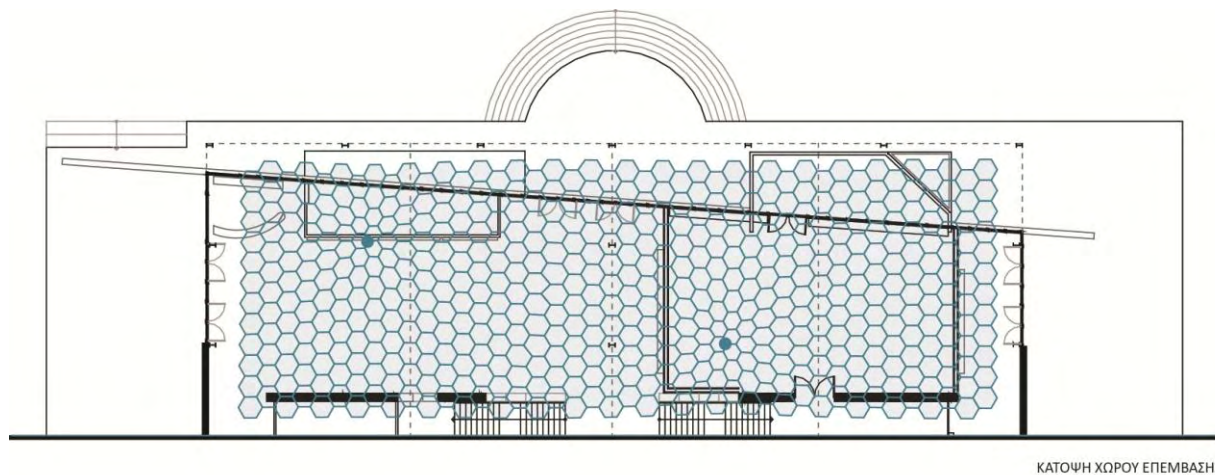
Point attractors: Ο σχεδιαστής έχει τη δυνατότητα να θέσει έως 2 σημεία πάνω στην επιφάνεια του πετάσματος, τα οποία λειτουργούν ως μαγνήτες και δημιουργούν περιοχές πύκνωσης

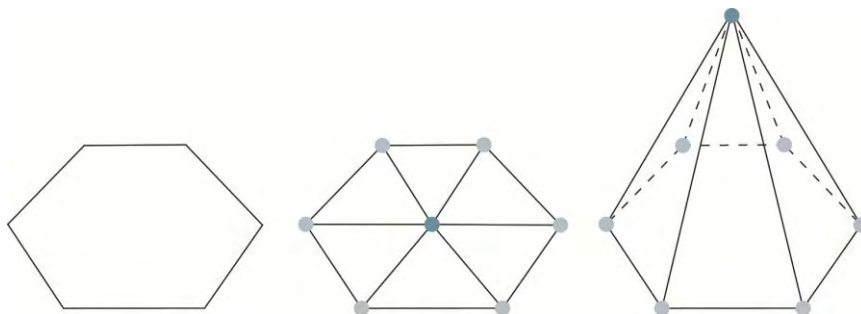
του αρχικού καννάβου. Στα σημεία που δημιουργείται αυτή η πύκνωση, ο αριθμός των εξαγώνων πολλαπλασιάζεται, αυξάνοντας τοπικά το εμβαδό της επιφάνειας του πετάσματος, γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του εμβαδού των υλικών επένδυσής του. Συνεπώς, μπορούμε να πούμε ότι στα σημεία πύκνωσης, το πέτασμα παρουσιάζει ενίσχυση της ακουστικής του απόδοσης (αυξημένο ποσοστό ηχοανάκλασης/ηχοαπορρόφησης ανάλογα με το υλικό επένδυσης).

Όσον αφορά τη δική μας περίπτωση, η στρατηγική που ακολουθήσαμε περιελάμβανε αρχικά τον εντοπισμό μέσα στο χώρο των πιο προβληματικών ακουστικά σημείων και στη συνέχεια την τοποθέτηση των 'point attractors', μέσω του 'script', στα αντίστοιχα σημεία της κάτοψης.

Το πρώτο σημείο που εντοπίσαμε βρίσκεται στην περιοχή κοντά στην καντίνα του κυλικείου όπου συσσωρεύεται πλήθος κόσμου καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, γεγονός το οποίο σε συνδυασμό με τα μεγάφωνα που βρίσκονται τοποθετημένα εκεί αποτελεί μία συνεχής πηγή έντονου θορύβου.

Το δεύτερο προβληματικό σημείο που επιλέξαμε βρίσκεται εντός της αίθουσας, σε σημείο που γειτνιάζει με το χώρο του κλιμακοστασίου, όπου αντίστοιχα παρατηρείται αυξημένη κίνηση από τους φοιτητές και όχι μόνο, οι οποίοι διέρχονται από εκεί προκειμένου να μεταβούν στις αίθουσες διδασκαλίας του ορόφου, δημιουργώντας περιστασιακά εστίες θορύβου.



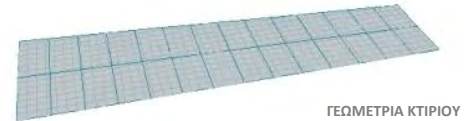


Top/Bottom curves: Ο σχεδιαστής μπορεί να ορίσει ένα πλήθος καμπύλων, των οποίων τη γεωμετρία (καμπυλότητα, μήκος κτλ.) ελέγχει εύκολα μέσω ‘sliders’, προκειμένου να δημιουργήσει δύο ενιαίες καμπυλόμορφες επιφάνειες (top/bottom surfaces). Οι επιφάνειες αυτές λειτουργούν ως οδηγοί, καθώς ορίζουν την τελική θέση των σημείων του καννάβου, ελέγχοντας τη φορά των κορυφών των εξαγώνων. Με αυτό τον τρόπο, δημιουργούνται εξαγωνικές πυραμίδες, κοίλες (με φορά προς τα πάνω) ή κυρτές (με φορά προς τα κάτω), επηρεάζοντας την ακουστική του χώρου. Πιο συγκεκριμένα, τα σημεία του καννάβου που αντιστοιχούν στα κέντρα των εξαγώνων, ακολουθούν την πάνω καμπύλη επιφάνεια (top surface), ενώ τα σημεία που αντιστοιχούν στη βάση των εξαγώνων ακολουθούν την κάτω καμπύλη επιφάνεια (bottom surface).

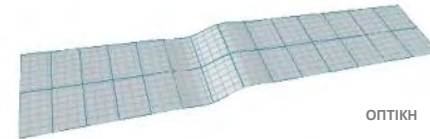
Οι καμπύλες αυτές, στην περίπτωση της δικής μας εφαρμογής, ορίζονται με τη βοήθεια ορισμένων παραμέτρων (ακουστική, οπτική, τεχνητός φωτισμός κτλ.). Αυτές οι παράμετροι μας καθοδήγησαν κατά τη σχεδίαση των καμπύλων, ενώ παράλληλα έθεσαν ορισμένους περιορισμούς.

Πιο αναλυτικά, οι παραμετρικές ενότητες αφορούν:

- Την **Οπτική**: Με τον όρο αυτό εννοούμε την δυνατότητα των χρηστών του χώρου να έχουν την εποπτεία του μεγαλύτερου μέρους της σχολής από το σημείο που βρίσκονται, με όσο το δυνατόν μικρότερες παρεμβολές από την τοποθέτηση του πετάσματος.
- Τον **Τεχνητό Φωτισμό**: Θεωρώντας ότι η επιφάνεια του πετάσματος θα αποτελέσει την καινούρια επιφάνεια πάνω στην οποία θα τοποθετηθεί το καινούριο σύστημα τεχνητού φωτισμού, η μορφή της καμπύλης προκύπτει με σκοπό όλα τα σημεία της οροφής να βρίσκονται στο ίδιο ύψος από το δάπεδο (+2.70m για το πατάρι, +4.50m για το κυλικείο), προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή ομοιομορφία στο τελικό αποτέλεσμα.
- Τη **Γεωμετρία του Χώρου**: Σε αυτή περιλαμβάνονται οι περιορισμοί ως προς το μέγιστο ύψος της οροφής, οι οποίοι προκύπτουν από τη δομή του φέροντος οργανισμού (μεταλλικά υποστηλώματα, δοκάρια κτλ.), από τις εγκαταστάσεις του μηχανολογικού εξοπλισμού (αγωγοί εξαερισμού, σχάρες πρόσβασης κτλ.) κ.ά.



ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ



ΟΠΤΙΚΗ



ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ



- Την **Ακουστική**: Όσον αφορά την αίθουσα, εξετάσαμε ξεχωριστά τις διαφορετικές περιπτώσεις χρήσης του χώρου, όπως τις είδαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο (συνελεύσεις, παρουσιάσεις, workshop κτλ.) και καταλήξαμε σε μια μορφή που παρουσιάζει έντονο 'κυματισμό', καθώς οι εστίες παραγωγής ήχου είναι πολλαπλές. Αντίθετα, στο χώρο του κυλικείου, το πέτασμα ακολουθεί μια πιο γενική καμπύλη, η οποία σχηματίζει μια έντονη κοιλάδα πάνω από το μεγαλύτερο μέρος της κάτοψής του.

Συνδυάζοντας μορφολογικά τις παραπάνω επιφάνειες, όπως αυτές προέκυψαν από την ανάλυση των διαφορετικών παραμέτρων, καταλήγουμε στις δύο τελικές καμπυλοειδείς επιφάνειες (top/bottom surfaces) οι οποίες ανταποκρίνονται βέλτιστα στις ανάγκες του χώρου.



ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ-WORKSHOP
(μεγάλες ομάδες)



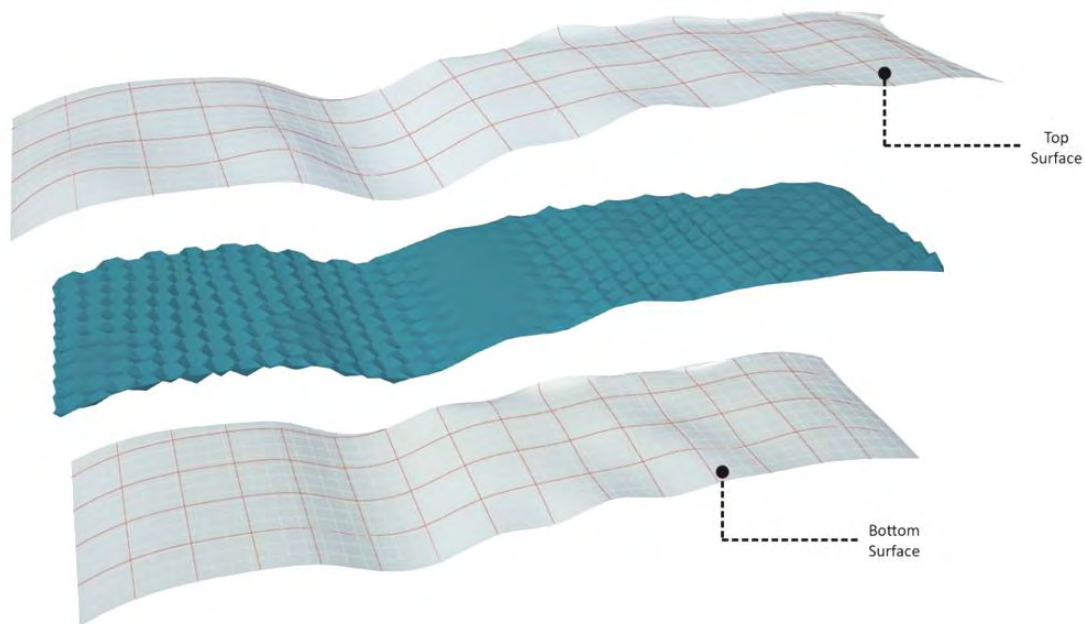
ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ-WORKSHOP (μικρές
ομάδες)



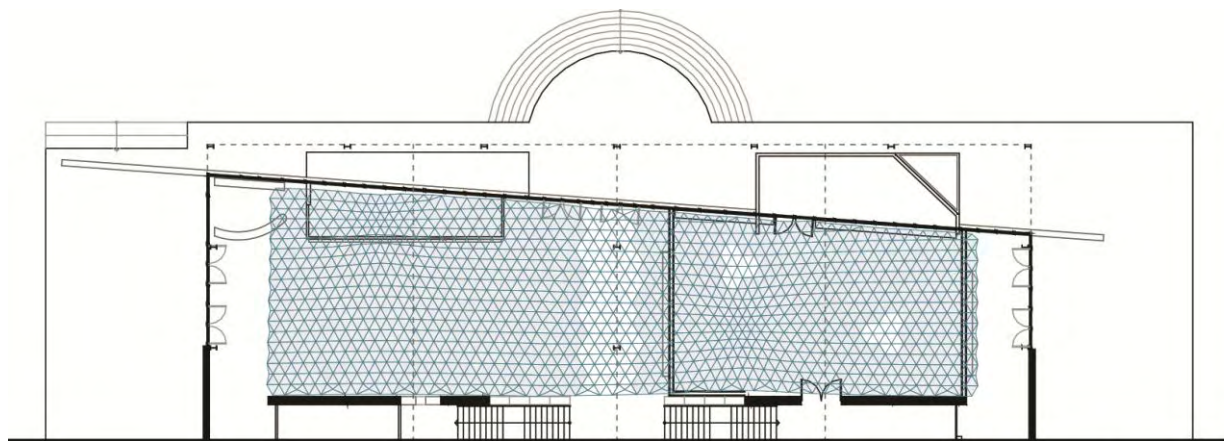
ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ-ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ
ΕΡΓΑΣΙΩΝ



ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ-ΣΥΝΕΛΕΥΣΗ



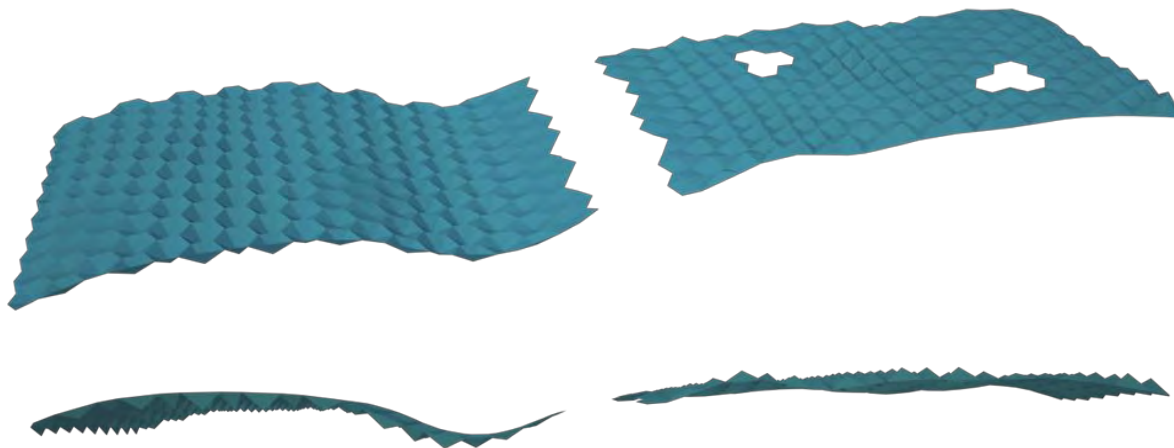
Κενά/Πλήρη : Επιλέγει και αφαιρεί, με τυχαίο τρόπο, έναν επιθυμητό αριθμό εξαγώνων. Στην περίπτωση μας, η διαδικασία αυτή έγινε χειρωνακτικά, καθώς οι θέσεις των εξαγώνων που θέλαμε να αφαιρεθούν ήταν συγκεκριμένες. Ειδικότερα, αφαιρέσαμε έναν αριθμό εξαγώνων ή τμημάτων αυτών από το κομμάτι του πετάσματος που βρίσκεται στο μέσο μεταξύ του κυλικείου και του παταριού για λόγους ακουστικούς, ώστε να επιτρέψουμε στον ήχο που έρχεται από το κυλικείο να 'ταξιδέψει' και από την πάνω πλευρά του πετάσματος. Επιπλέον, αφαιρέσαμε ένα μικρό αριθμό εξαγώνων από το τμήμα της οροφής που βρίσκεται στο Πατάρι τόσο για λόγους αισθητικούς, καθώς θέλαμε να διατηρηθεί η αίσθηση του μεγάλου ύψους της οροφής μέσω της οπτικής επαφής, όσο και λειτουργικούς (ακουστική, θέρμανση, ψύξη κ.α.).



ΚΑΤΩΦΗ ΧΩΡΟΥ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ



Με την εφαρμογή των παραπάνω, καταλήξαμε στην τελική μορφή του πετάσματος.



➤ Υλικότητα

Το επιδαπέδιο πέτασμα επιλέξαμε να επενδυθεί με ξύλο (κόντρα πλακέ) και πετροβάμβακα, ενώ το πέτασμα οροφής με ένα συνδυασμό διάτρητου ξύλου (mdf), ακουστικής μεμβράνης και υαλοβάμβακα.



Υλικό: Ξύλο (Κόντρα πλακέ / Plywood)
Πάχος: 6 mm
Βάρος: 3 kg/m²



Υλικό: Πετροβάμβακας (Rockwool insulation)
Πάχος: 25 mm
Βάρος: 45 kg/m³



Υλικό: Ξύλο (Standard E0 MDF)
Ποσοστό Διάτρησης: 28,5 %
Πάχος: 16 mm
Βάρος: 9 kg/m²

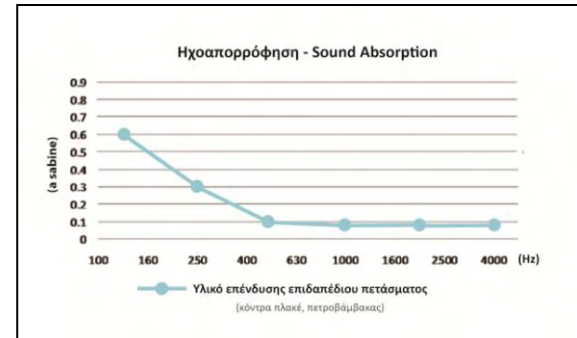


Υλικό: Ηχοαπορροφητική μεμβράνη (Soundtex Acoustic Felt)
Πάχος: 0,27 mm
Βάρος: 63 g/m²

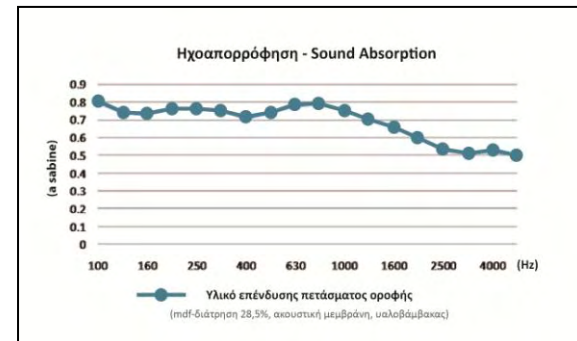


Υλικό: Υαλοβάμβακας (Glasswool insulation)
Πάχος: 50 mm
Βάρος: 24 kg/m³

Πίνακας 8: Συντελεστής ηχοπορρόφησης υλικού επένδυσης επιδαπέδιου πετάσματος



Πίνακας 9: Συντελεστής ηχοπορρόφησης υλικού επένδυσης πετάσματος οροφής



Συντελεστής ηχοαπορρόφησης

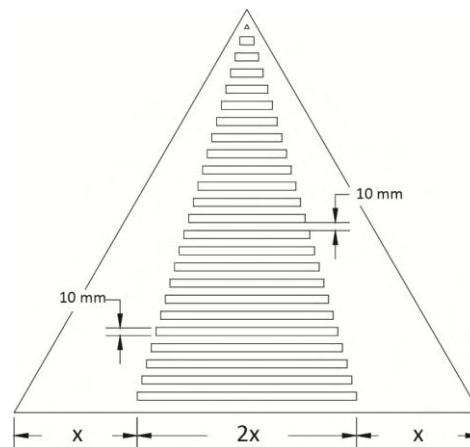
Η επιλογή των υλικών διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην τελική ακουστική απόδοση του αντικειμένου μέσα στο χώρο. Για το λόγο αυτό, δίνουμε στο σχεδιαστή τη δυνατότητα μέσω του 'script' να επιλέξει εύκολα το/α υλικό/ά που επιθυμεί (μέσα από μια λίστα με προτεινόμενα υλικά) και αυτόματα να υπολογίσει το χρόνο αντήχησης στο χώρο εφαρμογής του τελικού αντικειμένου και να τον συγκρίνει με τις αρχικές ή τις ιδανικές τιμές.

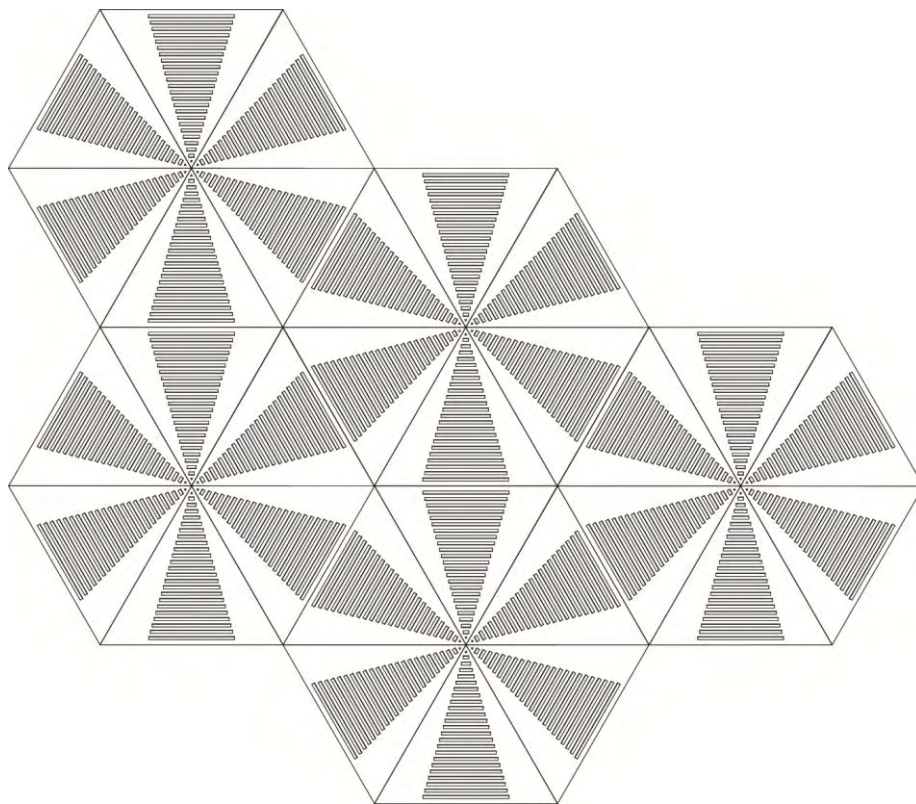


Μοτίβο διάτρησης

Ένα ακόμα στοιχείο, που δίνουμε τη δυνατότητα στο σχεδιαστή να ελέγξει μέσω του 'script', είναι το μοτίβο διάτρησης των πανέλων. Μέσω του παραμετρικού εργαλείου, καθορίζει το σχήμα και το μέγεθος του μοτίβου, δηλαδή το ποσοστό διάτρησης (αφαίρεσης υλικού).

Το μοτίβο που επιλέξαμε, όπως φαίνεται και στην εικόνα, αποτελείται από σχισμές με σταθερό πλάτος (10mm) και σταθερή μεταξύ τους απόσταση (10mm). Το μήκος τους δεν είναι σταθερό, καθώς προσαρμόζεται κάθε φορά στο σχήμα των πανέλων. Το ποσοστό διάτρησης που παρουσιάζει το συγκεκριμένο μοτίβο είναι 23% (ανά πανέλο).



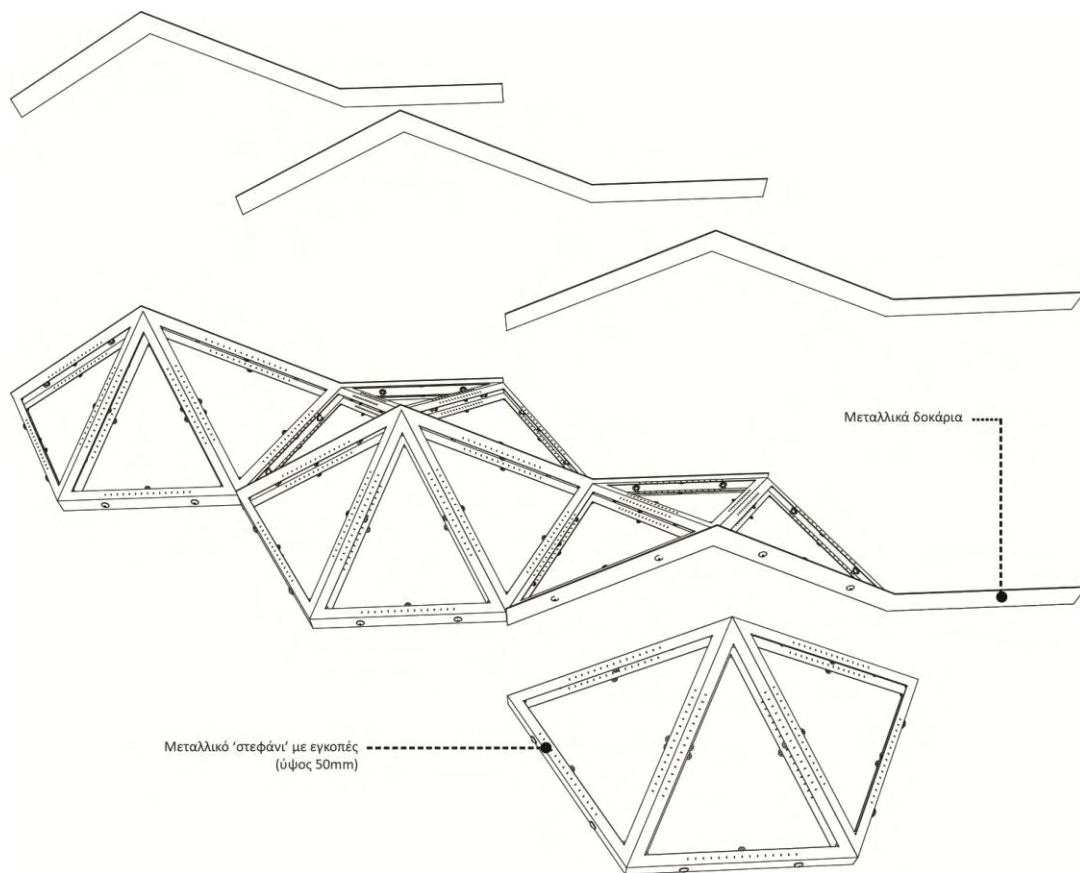


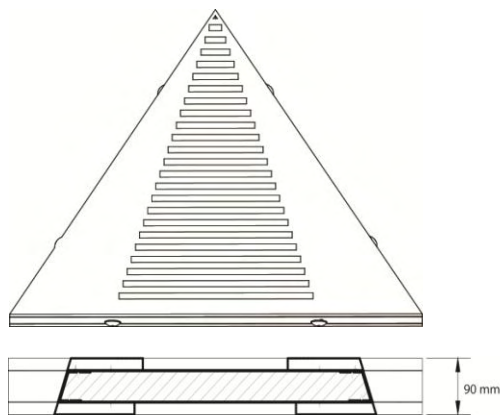
➤ Κατασκευασσιμότητα

ΠΕΤΑΣΜΑ ΟΡΟΦΗΣ:

Φέρων οργανισμός

Για την κατασκευή του πετάσματος της οροφής σχεδιάσαμε έναν μεταλλικό σκελετό, ο οποίος αποτελείται από διαμήκη μεταλλικά δοκάρια πάνω στα οποία 'κουμπώνουν' τα τριγωνικά πάνελα. Ο σκελετός αυτός ακολουθεί την καμπυλότητα της μορφής και συνεισφέρει στη σταθερότητα του τελικού αντικειμένου.



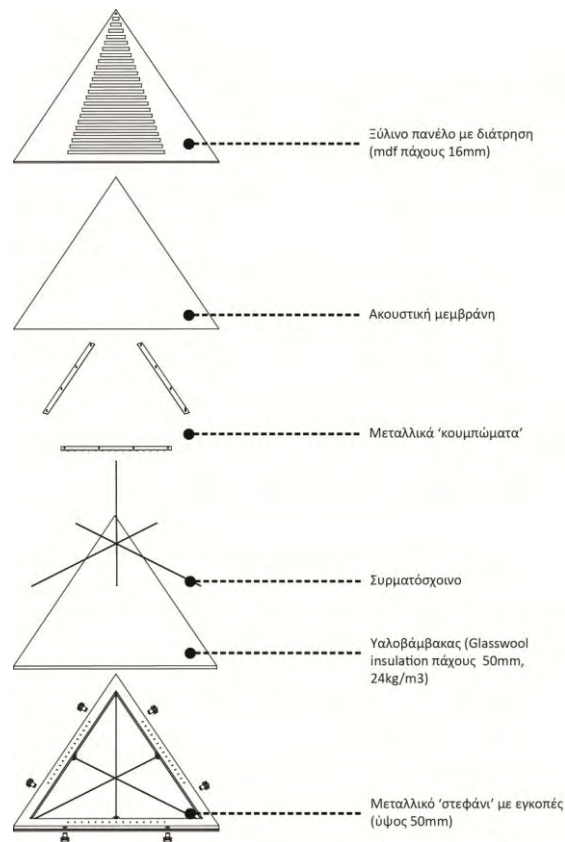


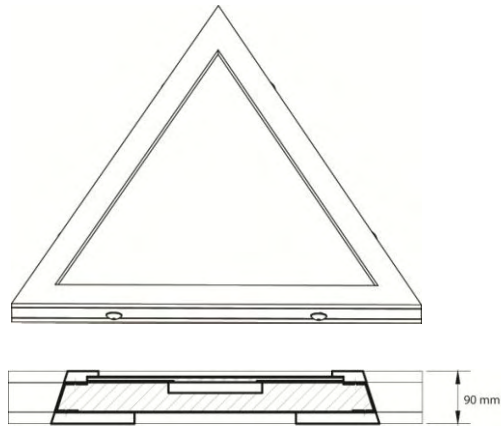
Τριγωνικά πανέλα

Ακουστικά τριγωνικά πανέλα: Τα ακουστικά τριγωνικά πανέλα αποτελούνται από ένα μεταλλικό πλαίσιο τριγωνικής μορφής και από το συνδυασμό των ακουστικών υλικών που αναφέραμε σε προηγούμενη ενότητα.

Πιο συγκεκριμένα, κολλάμε το μαύρο ακουστικό ύφασμα πάνω στις ξύλινες διάτρητες επιφάνειες, οι οποίες κουμπώνουν στα μεταλλικά πλαίσια με ειδικό μεταλλικό κούμπωμα. Τέλος, γεμίζουμε το εσωτερικό του πλαισίου με τον υαλοβάμβακα, ο οποίος συγκρατείται στη θέση του με τη βοήθεια συρματόσχοινο.

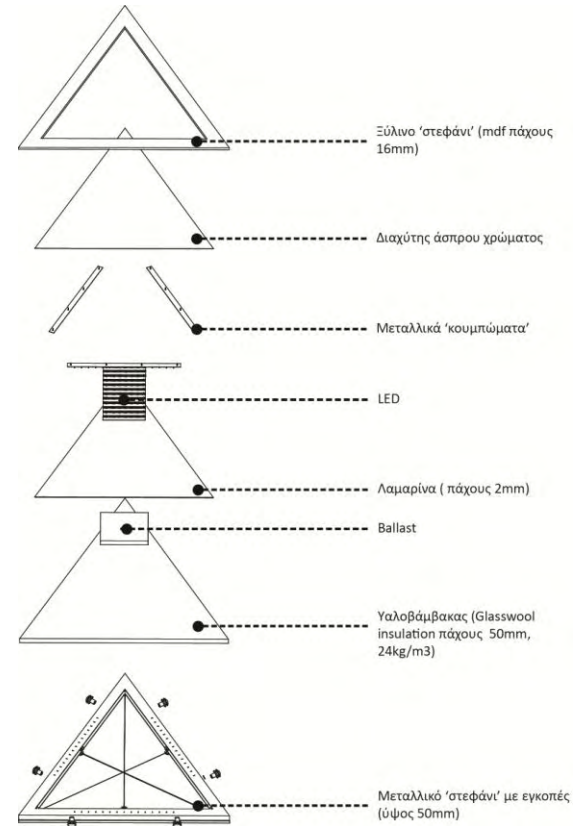
Τα πανέλα βιδώνονται μεταξύ τους (δύο πλευρές) και με τον μεταλλικό σκελετό (μία πλευρά).





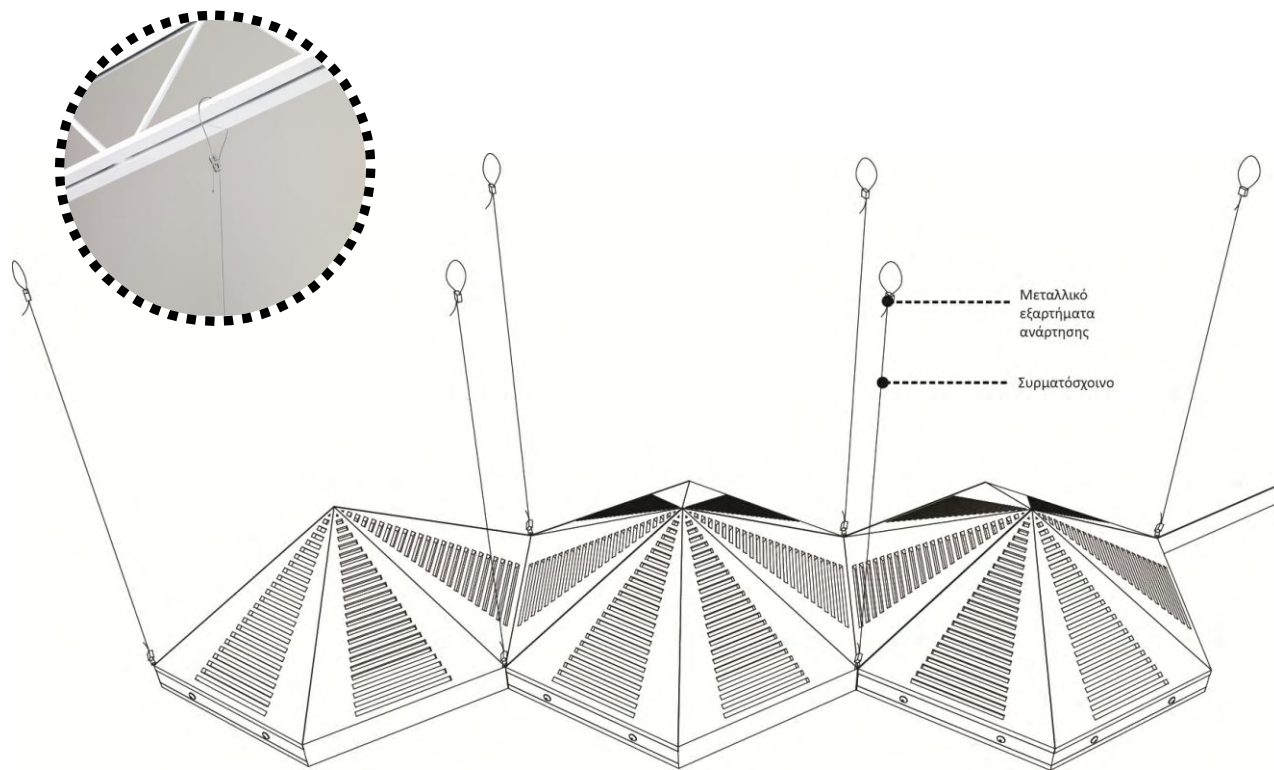
Φωτιστικά τριγωνικά πανέλα: Η διαφορά τους με τα ακουστικά τριγωνικά πανέλα είναι ότι στη μία πλευρά της επιφάνειάς τους ενσωματώνουμε ένα φωτιστικό τύπου LED, δημιουργώντας ένα δικό μας σύστημα φωτισμού.

Πιο συγκεκριμένα, κόβουμε μία ξύλινη κορνίζα τριγωνικής μορφής, μέσα στην οποία τοποθετούμε το σύστημα LED, το οποίο ακουμπάει σε μεταλλική επιφάνεια (λαμαρίνα) και καλύπτουμε με διαχύτη άσπρου χρώματος. Το πάνελο κουμπώνει στο μεταλλικό πλαίσιο με τον ίδιο τρόπο όπως και στα ακουστικά.



Σύστημα ανάρτησης

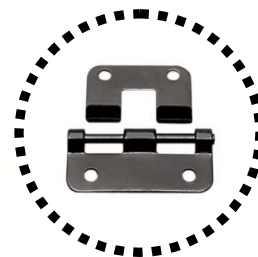
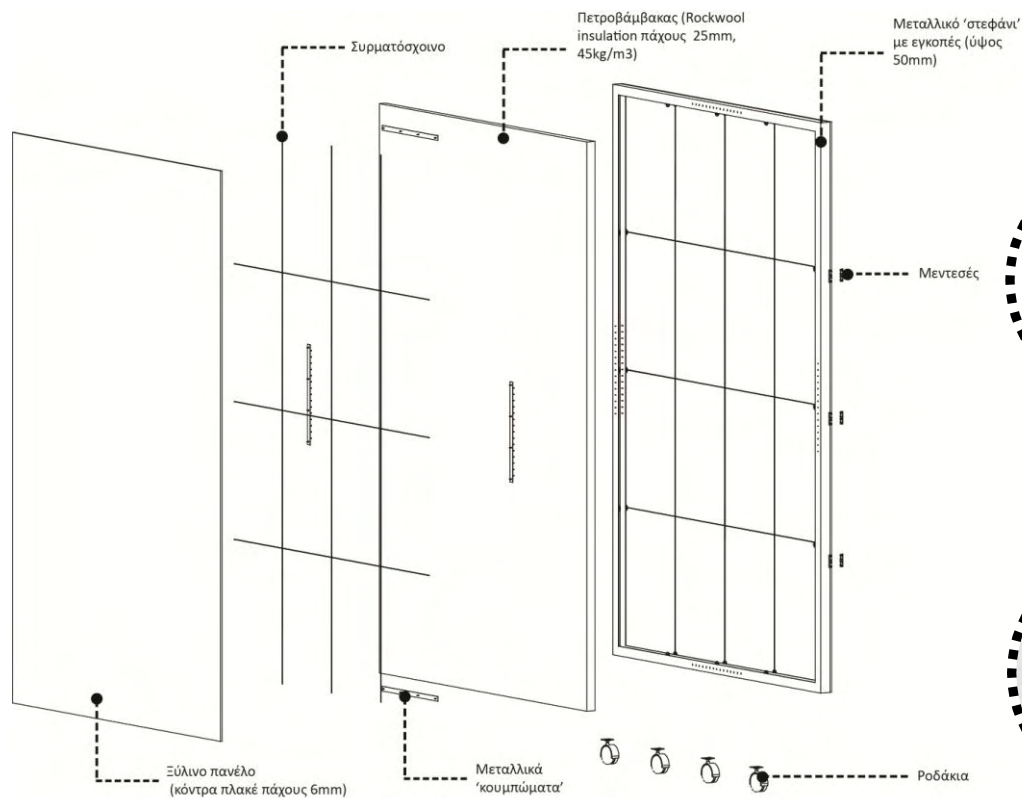
Το πέτασμα αναρτάται από την οροφή του κτιρίου με ειδικά μεταλλικά εξαρτήματα. Πιο αναλυτικά, το κρεμάμε από τα δοκάρια του φέροντος οργανισμού του κτιρίου χρησιμοποιώντας συρματόσχοινο και μεταλλικές ντίζες, οι οποίες 'θηλυκώνουν' σε ειδικές προεξοχές που έχουν συγκολληθεί πάνω στα δοκάρια του φέροντος οργανισμού του πετάσματος.



ΕΠΙΔΑΠΕΔΙΟ ΠΕΤΑΣΜΑ:

Το επιδαπέδιο πέτασμα αποτελείται από κατακόρυφα ορθογώνια πανέλα, τα οποία ακολουθούν την ίδια κατασκευαστική λογική με αυτή των πανέλων πλήρωσης του πετάσματος οροφής. Ο σκελετός τους αποτελείται από ένα μεταλλικό ορθογώνιο πλαίσιο πάνω στο οποίο 'κουμπώνουν' οι ξύλινες επιφάνειες, ενώ στο εσωτερικό τους τοποθετείται πάπλωμα πετροβάμβακα. Τα πανέλα αυτά συνδέονται μεταξύ τους με σύστημα μεντεσέδων, οι οποίοι επιτρέπουν την εύκολη απόσπασή τους όταν αυτή επιθυμείται. Τέλος, στη βάση των πανέλων βιδώνονται ροδάκια, τα οποία διευκολύνουν την ελεύθερη κίνηση τους στο χώρο.





Εικόνα 13: Άποψη της
αίθουσας του μεταπτυχιακού
από το χώρο του κυλικείου.





Εικόνα 14: Άποψη του
κυλικείου από τη δυτική
εισόδο.





Εικόνα 15: Άποψη του
κυλινδρικού.





Εικόνα 16: Άποψη του
κυλικείου από τη νότια
είσοδο.



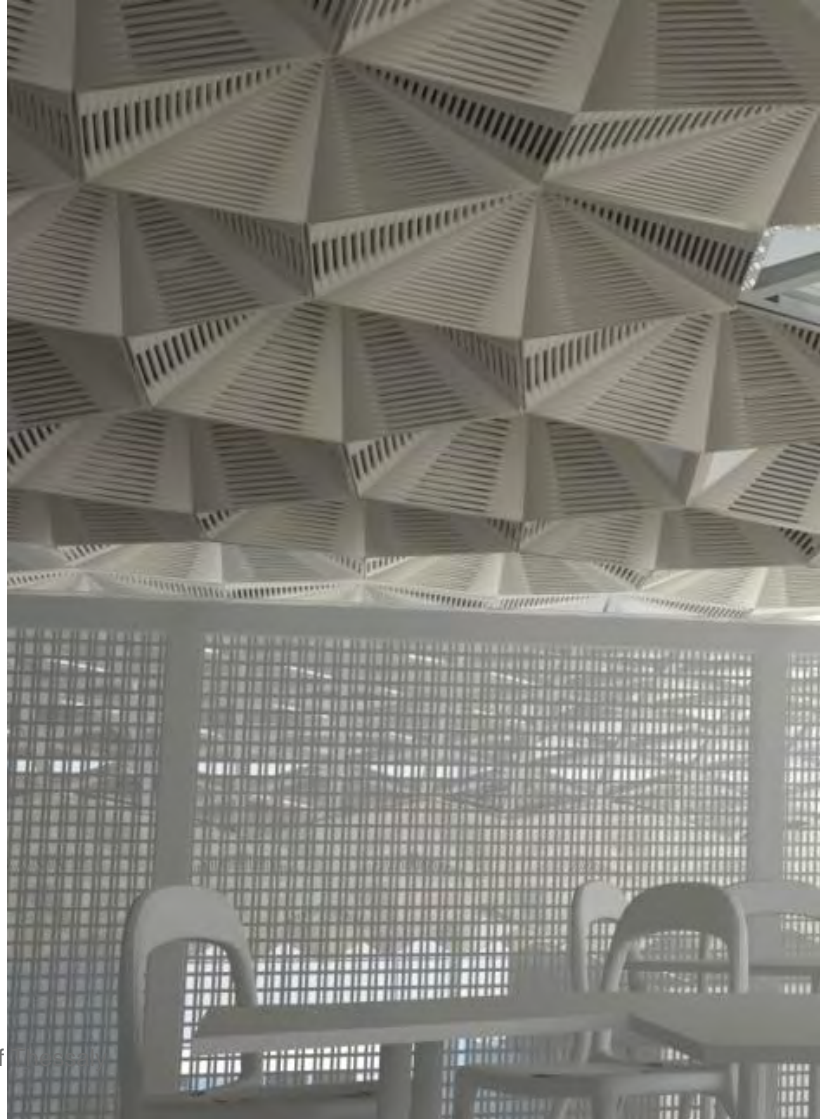


Εικόνα 17: Άποψη της
δυτικής όψης του Παταριού.





Εικόνα 18: Άποψη της
νότιας όψης του Παταριού.

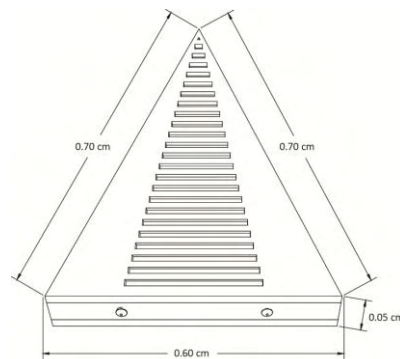
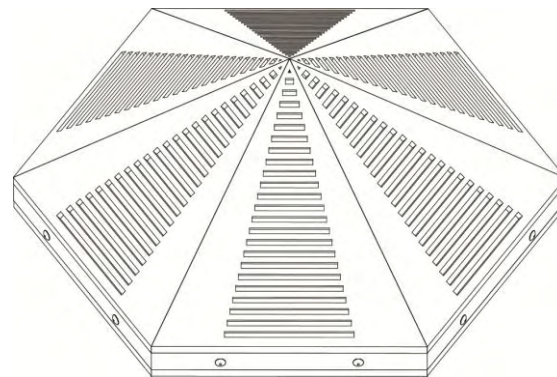




➤ Προτυποποίηση

Για λόγους τυποποίησης προτείνουμε το σχεδιασμό μιας πρότυπης μονάδας/εξαγώνου, η οποία αποτελείται από τριγωνικά πανέλα σταθερών διαστάσεων. Με μια τέτοια λογική, τυποποιείται η διαδικασία παραγωγής τους και επιτυγχάνεται μαζική παραγωγή με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Ο εκάστοτε πελάτης/σχεδιαστής μπορεί να αγοράσει έναν επιθυμητό αριθμό μονάδων/εξαγώνων και να τα τοποθετήσει εύκολα στο χώρο του, αναβαθμίζοντάς τον ακουστικά και αισθητικά.

Αξίζει να σημειώσουμε εδώ ότι στην περίπτωση χρήσης των πρότυπων μονάδων δεν δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας καμπυλόμορφων επιφανειών, καθώς οι σταθερές διαστάσεις των πανέλων δεν επιτρέπουν τέτοιου είδους ευελιξία.





Εικόνα 19: Άποψη του χώρου επέμβασης με την εφαρμογή της πρότυπης οροφήςαπό το αίθριο.



ΤΟΜΗ ΧΩΡΟΥ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ





Εικόνα 20: Άποψη του χώρου επέμβασης με την εφαρμογή της πρότυπης οροφής από την είσοδο του Παταριού.

ΜΕΡΟΣ Γ

➤ Αξιολόγηση

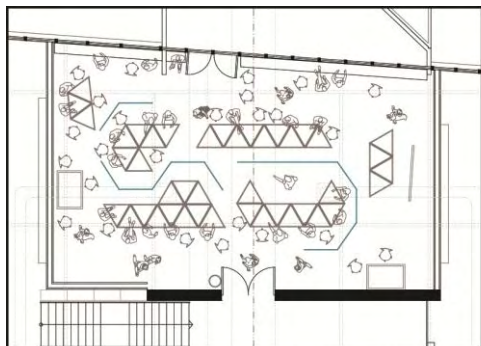


Εικόνα 21: Λεπτομέρεια του πετάσματος οροφής στο Πατάρι.

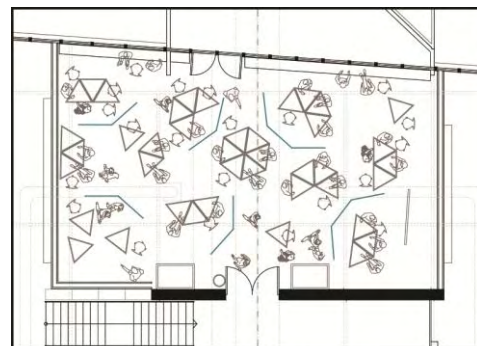
Έχοντας ολοκληρώσει την παρουσίαση της πρότασης επέμβασής μας στο χώρο που επιλέχτηκε, προχωρούμε στην αξιολόγησή του, λαμβάνοντας υπόψιν όλες τις διαφορετικές παραμέτρους που επηρεάζει. Με αυτό τον τρόπο ελέγχουμε κατά πόσο ανταποκρίνεται στις προβληματικές του χώρου, όπως αυτές αναλύθηκαν σε προηγούμενη ενότητα.



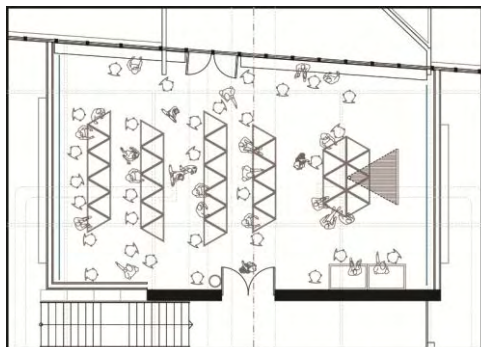
- Όσον αφορά τις ανάγκες που προκύπτουν από τις διαφορετικές **χρήσεις του χώρου** στο Πατάρι του Μεταπτυχιακού, το επιδαπέδιο πέτασμα που προτείνουμε παρέχει την απαραίτητη ευελιξία ανταποκρινόμενο σε αυτές. Πιο συγκεκριμένα, η δυνατότητά του να αποσπάται και να μετακινείται στο χώρο, δημιουργώντας ημι-περίκλειστες, ακουστικά και οπτικά προστατευμένες περιοχές, διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ των φοιτητών σε ομαδικές εργασίες/workshop κτλ., ενώ παράλληλα οι κατακόρυφες επιφάνειές του παρέχουν τη δυνατότητα ανάρτησης πινακίδων/σχεδίων σε αυτές. Ακόμα, το πέτασμα μπορεί να τοποθετηθεί μπροστά από τα υφιστάμενα γυάλινα πετάσματα της αίθουσας και να χρησιμοποιηθεί για τη συσκότισή της σε περιπτώσεις βιντεοπροβολής. Τέλος, η ιδιότητα της επίπεδης αναδίπλωσης, που εξασφαλίζει τις ελάχιστες δυνατές διαστάσεις, διευκολύνει την αποθήκευσή τους, όταν αυτή επιθυμείται.



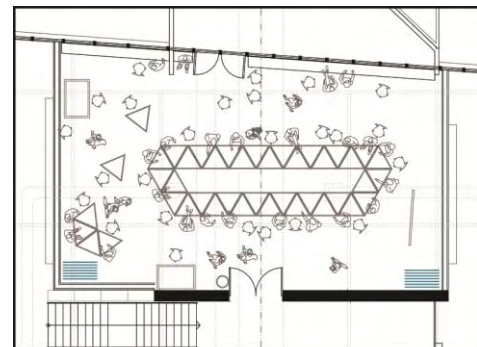
ΚΑΤΟΨΗ 'ΠΑΤΑΡΙΟΥ'- WORKSHOP (μεγάλες ομάδες)



ΚΑΤΟΨΗ 'ΠΑΤΑΡΙΟΥ'- WORKSHOP (μικρές ομάδες)



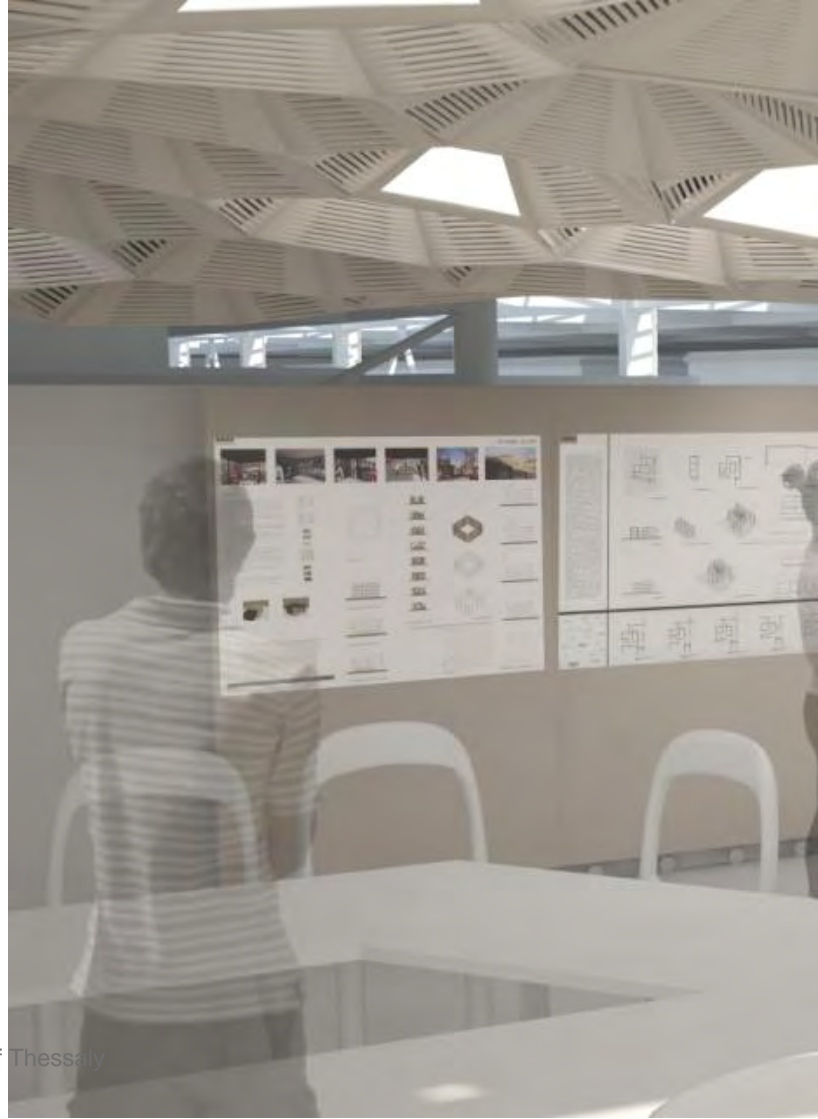
ΚΑΤΟΨΗ 'ΠΑΤΑΡΙΟΥ'- ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ



ΚΑΤΟΨΗ 'ΠΑΤΑΡΙΟΥ'- ΣΥΝΕΛΕΥΣΗ



Εικόνα 22: Ανάρτηση
πινακίδων παπουσίασης στα
επιδαπέδια πετάσματα στο
Πατάρι.





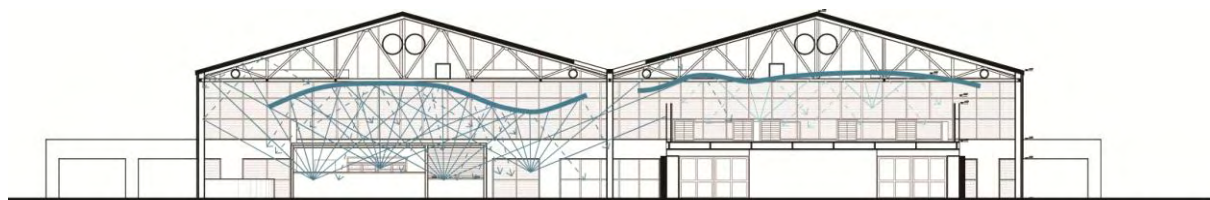
Εικόνα 23: Τοποθέτηση των επιδαπέδιων πετασμάτων στους πλευρικούς τοίχους του Παταριού για λόγους συσκότισης σε περίπτωση βιντεοπροβολής.





- Η βελτίωση του επιπέδου της **ακουστικής** άνεσης του χώρου ήταν ένας από τους βασικότερους στόχους της συγκεκριμένης επεμβατικής πρότασης. Η τοποθέτηση του πετάσματος στο χώρο στοχεύει στη δημιουργία μιας νέας πιο χαμηλής οροφής, στην προστασία του παταριού από τον θόρυβο του κυλικείου και στο σχηματισμό ακουστικά προστατευμένων περιοχών εντός της αίθουσας, όταν αυτό απαιτείται. Παράλληλα, η καμπυλοειδής μορφή του πετάσματος οροφής ανταποκρίνεται

στις εξειδικευμένες ανάγκες του χώρου, καθώς, όπως είδαμε στην αντίστοιχη ενότητα, η μορφή των καμπύλων (κοίλα/κυρτά) προέκυψε λαμβάνοντας υπόψιν ακουστικές παραμέτρους. Ακόμα, ένας από τους στόχους της επιλεκτικής αφαίρεσης ενός πλήθους πανέλων από το πέτασμα ήταν η διευκόλυνση μετάδοσης του ήχου και στην επάνω πλευρά της οροφής, ώστε να εκμεταλλευτούμε στο σύνολό του το εμβαδό της ηχοαπορροφητικής επιφάνειας του πετάσματος.

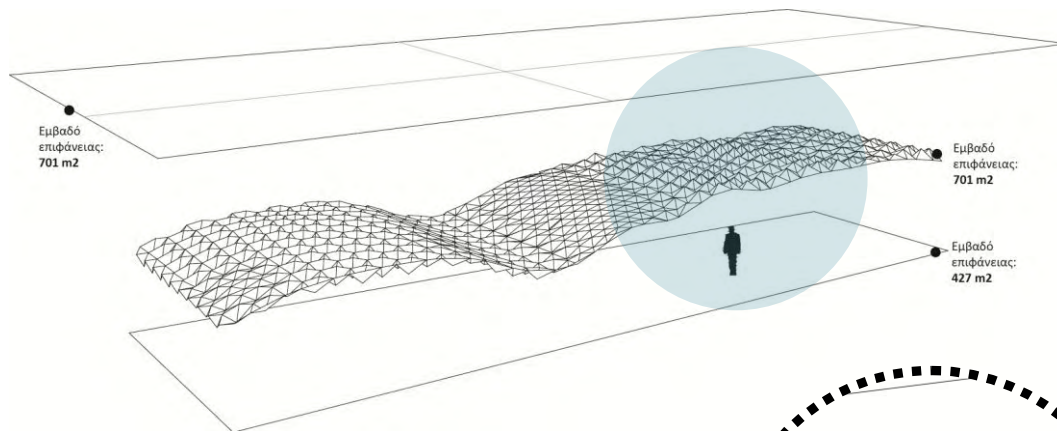


ΤΟΜΗ ΧΩΡΟΥ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

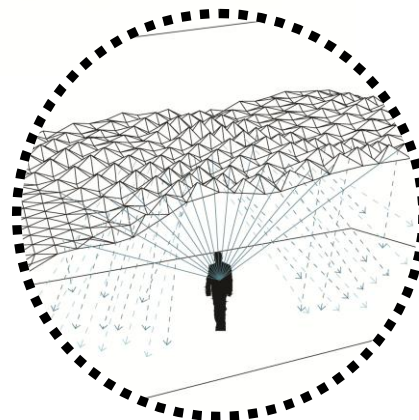


Εικόνα 24: Δημιουργία οπτικά και ηχητικά προστατευμένων ημιπερίκλειστων περιοχών στο Πατάρι με την κατάλληλη τοποθέτηση των επιδαπέδιων πετασμάτων.

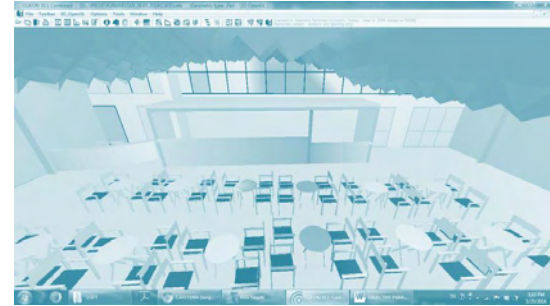




Η πτυχωτή μορφή του πετάσματος παρέχει πολλαπλές επιφάνειες, ενώ καταλαμβάνει το ελάχιστο δυνατό εμβαδό. Με τον τρόπο αυτό, αυξάνεται το εμβαδό της συνολικής επιφάνειας επένδυσης με ακουστικά υλικά. Όσον αφορά τη διαδικασία επιλογής των υλικών επένδυσης των πετασμάτων, η δημιουργία του αντίστοιχου 'script' διευκολύνει σε σημαντικό βαθμό το χρήστη/σχεδιαστή, καθώς του δίνει τη δυνατότητα να υπολογίσει αυτόματα το χρόνο αντήχησης (RT) του συνολικού χώρου με την προσθήκη του τελικού αντικειμένου και να καταλήξει στο πιο αποδοτικό συνδυασμό, συγκρίνοντας διαφορετικά υλικά.



Εικόνα 25: Ψηφιακή αναπαράσταση του πετάσματος οροφής στο χώρο του κυλικείου μέσω του λογισμικού ακουστικής προσομοίωσης ODEON.



Πέρα από τις γενικές γνώσεις ακουστικής και τον έλεγχο της κατασκευής μέσα από τη χρήση των κατάλληλων υλικών, επιχειρήθηκε και η προσομοίωση της ακουστικής συμπεριφοράς του πετάσματος οροφής στο αντίστοιχο πρόγραμμα ODEON. Θα πρέπει να τονιστεί σε αυτό το σημείο ότι, αυτού του είδους τα λογισμικά έχουν διαμορφωθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να υπολογίζουν και να προσομοιώνουν τα ακουστικά δεδομένα μόνο σε κλειστούς χώρους και με όσο το δυνατόν απλοποιημένες δομές, ενώ πάντα υπάρχουν και οι αποκλίσεις από την πραγματική κατάσταση, όπως σε κάθε ψηφιακό εργαλείο τέτοιας μορφής. Γίνεται κατανοητό, λοιπόν, ότι το εγχείρημά μας αντιμετώπισε πολλές δυσκολίες στην ψηφιακή προσομοίωσή του, ενώ ήταν απαραίτητο να γίνουν προσαρμογές του ψηφιακού μοντέλου του κτιρίου σε τόσο μεγάλο βαθμό που θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι το κτίριο

μεταβάλλεται ουσιαστικά ως προς τη γεωμετρία και τα δομικά υλικά του, προκειμένου να αναγνωριστεί από το πρόγραμμα. Τελικά, έγινε κατορθωτή μια ακουστική μέτρηση (T30, EDT, C80, D50) στο χώρο του κυλικείου με την εφαρμογή της επέμβασής μας και την εξαγωγή αποτελεσμάτων με θετικές-αποδεκτές τιμές. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρούμε στις μεσαίες συχνότητες μια αρκετά μεγάλη μείωση του χρόνου αντήχησης της τάξεως του 0,5s, τιμή που πρακτικά εκλαμβάνεται ως πιο ενεργητικές ανακλάσεις του ήχου στην περιοχή εκείνη και συνεπώς μεγαλύτερη ευκρίνεια στην ομιλία. Εξαιτίας των ιδιαιτεροτήτων του προγράμματος, που αναφέραμε και προηγουμένως, το μοντέλο του πετάσματος οροφής απλοποιήθηκε (μηδενικό πάχος υλικών, απουσία διάτρησης κ.α.) με συνέπεια να διακρίνουμε στα αποτελέσματα μεγάλες βελτιώσεις στις χαμηλές συχνότητες και λιγότερο στις υψηλές



και τις μεσαίες. Κάτι τέτοιο σημαίνει πως το πέτασμα οροφής λειτουργεί ως συντονιζόμενος ηχοαπορροφητής (μεμβράνη) και αποδίδει μεγαλύτερη καθαρότητα και λιγότερη αντήχηση στους μπάσους ήχους. Για να υπάρξει μεγαλύτερη διαφορά και στις υπόλοιπες συχνότητες, σύμφωνα με το πρόγραμμα προσομοίωσης, η κατασκευή πρέπει να διαμορφωθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να εμπεριέχει πορώδεις ηχοαπορροφητικές επιφάνειες και κοιλότητες. Στην περίπτωση μας κάτι τέτοιο επιτυγχάνεται με το μοτίβο διάτρησης που εφαρμόσαμε και τα υλικά που επιλέξαμε, ενώ η ευκολία της κατασκευής να αποσπάται από το σκελετό παρέχει τη δυνατότητα για μελλοντικές αλλαγές στο υλικό του κάθε τριγωνικού πανέλου σε επιμέρους περιοχές της κατασκευής.

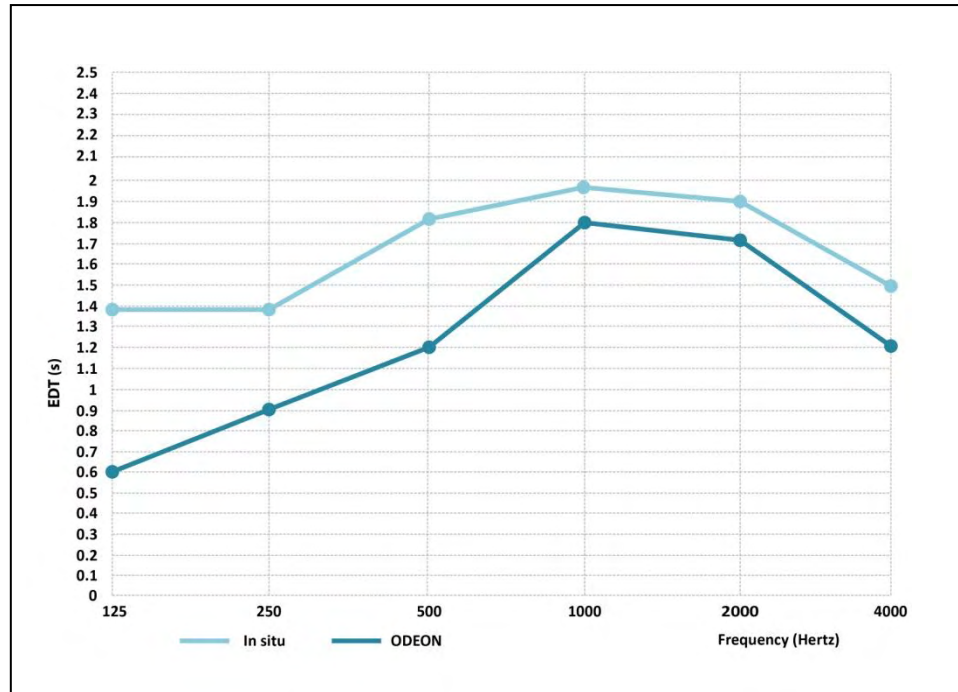
Αντίστοιχη μελέτη στο χώρο του Παταριού κατέστη αδύνατη σε αυτά τα χρονικά πλαίσια, λόγω μιας πιο πολύπλοκης

μορφολογίας του χώρου. Ωστόσο, μέσω μιας αναλογικής μεθόδου και λόγω της χαμηλότερης οροφής, συνεπώς του μικρότερου όγκου, στο συγκεκριμένο χώρο μπορούμε να εξαγάγουμε το συμπέρασμα μιας παρόμοιας, αν όχι καλύτερης, ακουστικής συμπεριφοράς, καθώς ο χρόνος αντήχησης με αυτά τα δεδομένα μπορεί να ελεγχθεί και να προσαρμοστεί καλύτερα και ευκολότερα. Έπειτα από όσα αναφέρθηκαν, η αποτελεσματικότητα και η λειτουργικότητα του πετάσματος οροφής που προτείνουμε στηρίζεται κατά βάσει στη θεωρία της ακουστικής και στις μετρήσεις μέσω της υλικότητας, που γίνονται από τα εργαλεία που αναφέραμε, και λιγότερο στα στοιχεία που προκύπτουν από τα προγράμματα ακουστικής προσομοίωσης, που λειτουργούν ως βοηθητικά στη μελέτη αυτή.

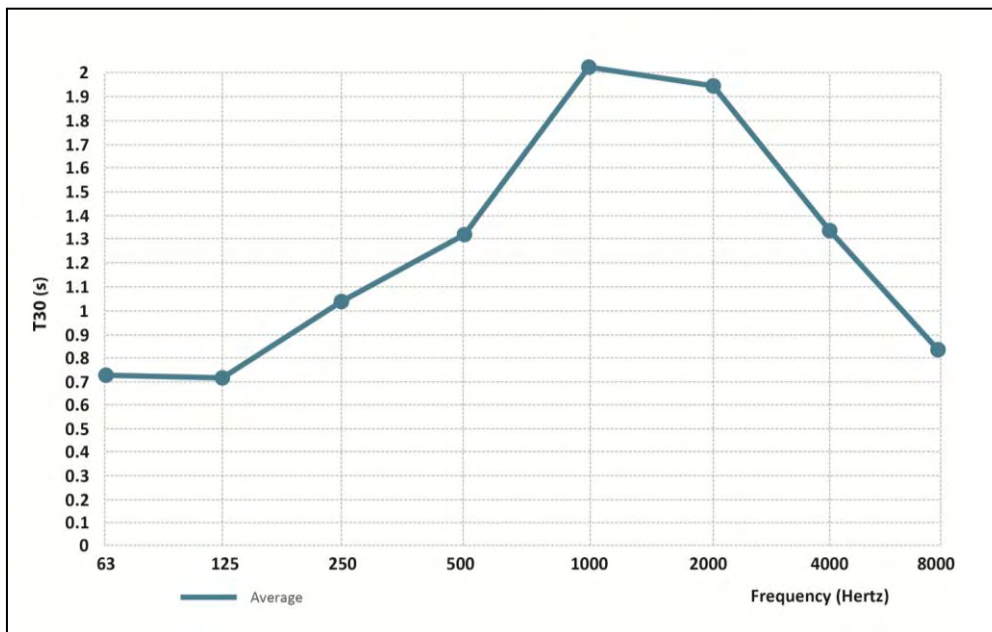
Πίνακας 10: Early Decay Time (EDT)–Κυλικείο (In situ/ODEON)

-	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	M.O.
In situ	1,38	1,38	1,83	1,98	1,90	1,50	1,73
ODEON	0,60	0,90	1,20	1,80	1,72	1,20	1,30

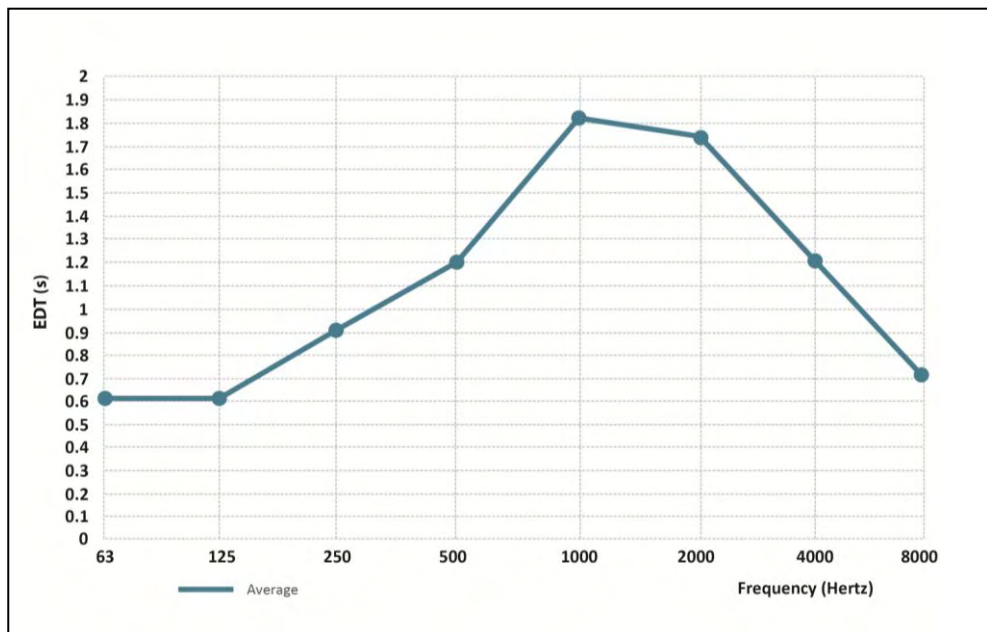
Πίνακας 11: Early Decay Time (EDT) – Κυλικείο (In situ/ODEON)



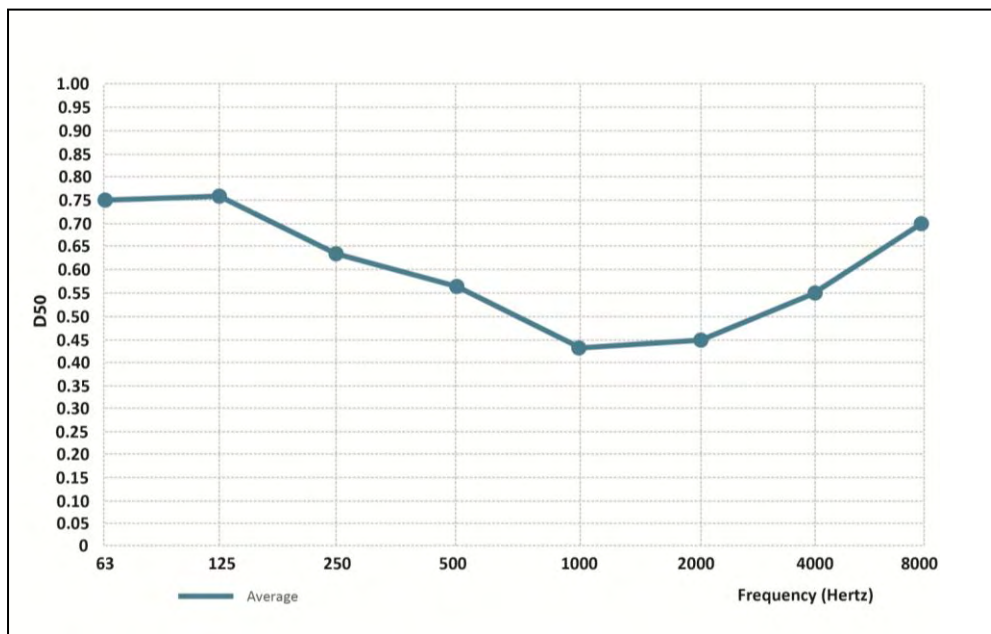
Πίνακας 12: Χρόνος αντήχησης (T30) – Κυλικείο (ODEON)



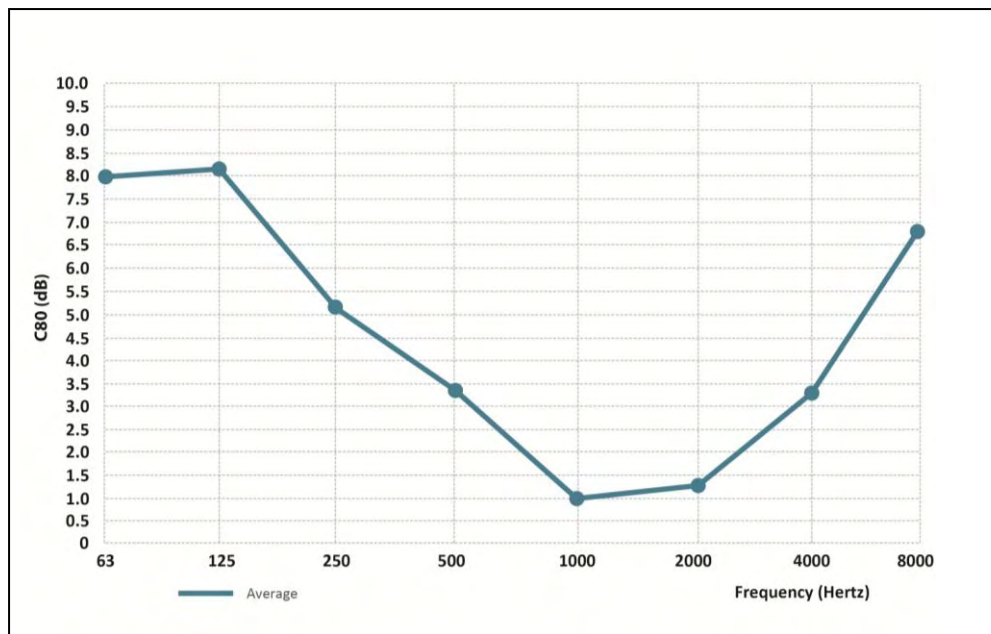
Πίνακας 13: Early Decay Time (EDT) – Κυλικείο (ODEON)



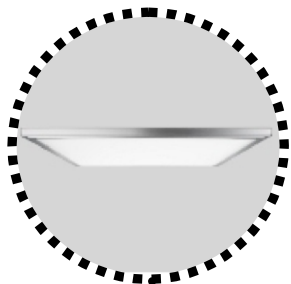
Πίνακας 14: Definition (D50) – Κυλικείο (ODEON)



Πίνακας 15: Clarity (C80) – Κυλικείο (ODEON)



- Όπως έχουμε αναφέρει, τα επίπεδα **τεχνητού φωτισμού** στην αίθουσα είναι αρκετά πιο χαμηλά από τα προτεινόμενα. Για αυτό το λόγο, αποφασίσαμε να σχεδιάσουμε ένα καινούριο σύστημα φωτισμού (Dialux), αντικαθιστώντας το παλιό και ενσωματώνοντας έναν αριθμό φωτιστικών πανέλων στο πέτασμα της οροφής. Με αυτή την επέμβαση επιτυγχάνουμε τα απαραίτητα επίπεδα φωτισμού στις επιφάνειες εργασίας, διατηρώντας ταυτόχρονα την ομοιογένεια που απαιτείται. Επίσης, καταφέραμε να μειώσουμε αισθητά τις συνολικές απαιτήσεις του συστήματος όσον αφορά την κατανάλωση ρεύματος.

**IGUZZINI ME84_9695 iPlan LED 58W**

Αρ. είδους: ME84_9695

Φωτεινή ροή (Φωτιστικό): 4678 lm

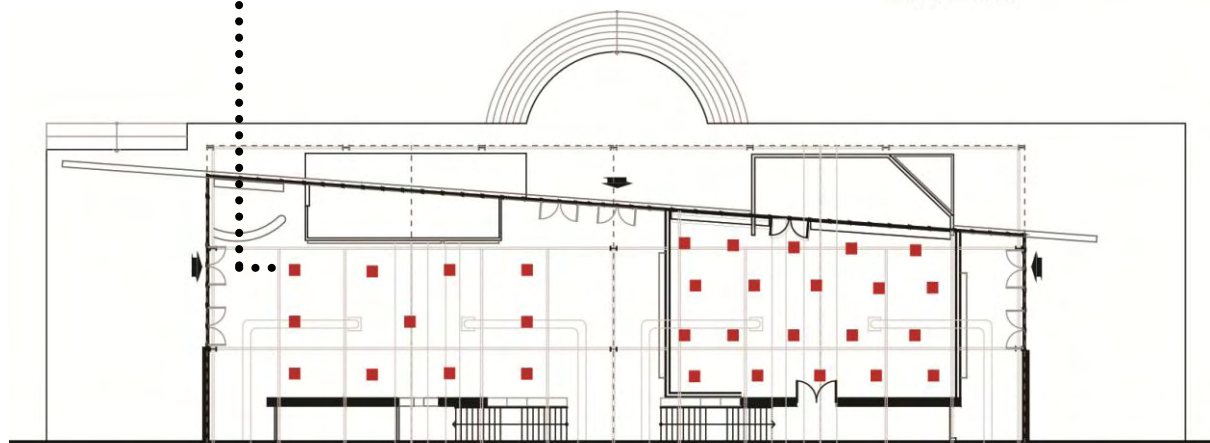
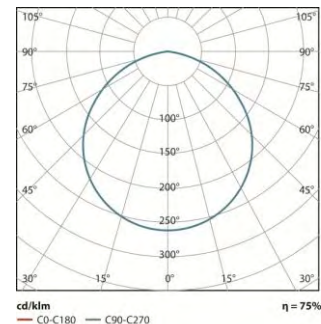
Φωτεινή ροή (Λάμπες): 6240 lm

Ισχύς φωτιστικού: 58.0 W

Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς CIE: 100

Κωδικός ροής CIE: 52 86 100 93 74

Εξοπλισμός: 1 x LL39 (Συντελεστής διόρθωσης 1.000)



ΚΑΤΟΨΗ ΧΩΡΟΥ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ - ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ



ΚΥΛΙΚΕΙΟ / ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ύψος χώρου: 4.600 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80				Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:193	
Επιφάνεια	ρ [%]	E _m [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	E _{min} / E _m
Επίπεδο εργασίας	/	202	108	252	0.536
Δάπεδο	20	179	103	213	0.574
Οροφή	52	26	17	58	0.664
Τοίχοι (4)	11	128	22	299	/

Επίπεδο εργασίας:
Ύψος: 0.800 m
Κάναβος: 32 x 64 Σημεία
Περιφερική ζώνη: 0.000 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	11	IGUZZINI ME84_9695 iPlan LED 58W (1.000)	4678	6240	58.0
			Συνολικά: 51458	Συνολικά: 68640	638.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: 5.69 W/m² = 2.82 W/m²/100 lx (Βασική επιφάνεια: 112.08 m²)

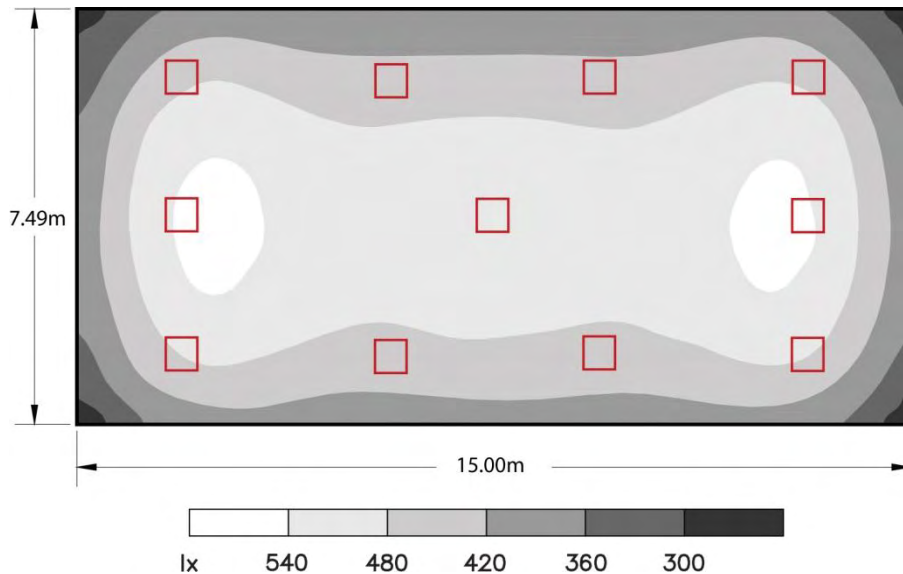
**Ομοιομορφίες στο επίπεδο
εργασίας**

Θέση της επιφανείας στον χώρο:



Επιλεγμένο σημείο:

(10.346 m, 13.534 m, 0.800 m)



‘ΠΑΤΑΡΙ’ / ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΣΜΑΤΑ

Ύψος χώρου: 2.300 m, Ύψος συναρμολόγησης: 3.175 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:187

Επιφάνεια	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	481	289	563	0.600
Δάπεδο	20	399	179	489	0.448
Οροφή	52	66	34	92	0.519
Τοίχοι (4)	10	259	140	508	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m
 Κάνναβος: 64 x 64 Σημεία
 Περιφερική ζώνη: 0.500 m

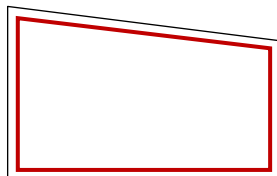
Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	Φ (Φωτιστικό) [lm]	Φ (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	20	IGUZZINI ME84_9695 iPlan LED 58W (1.000)	4678	6240	58.0
Συνολικά:			93561	Συνολικά: 124800	1160.0

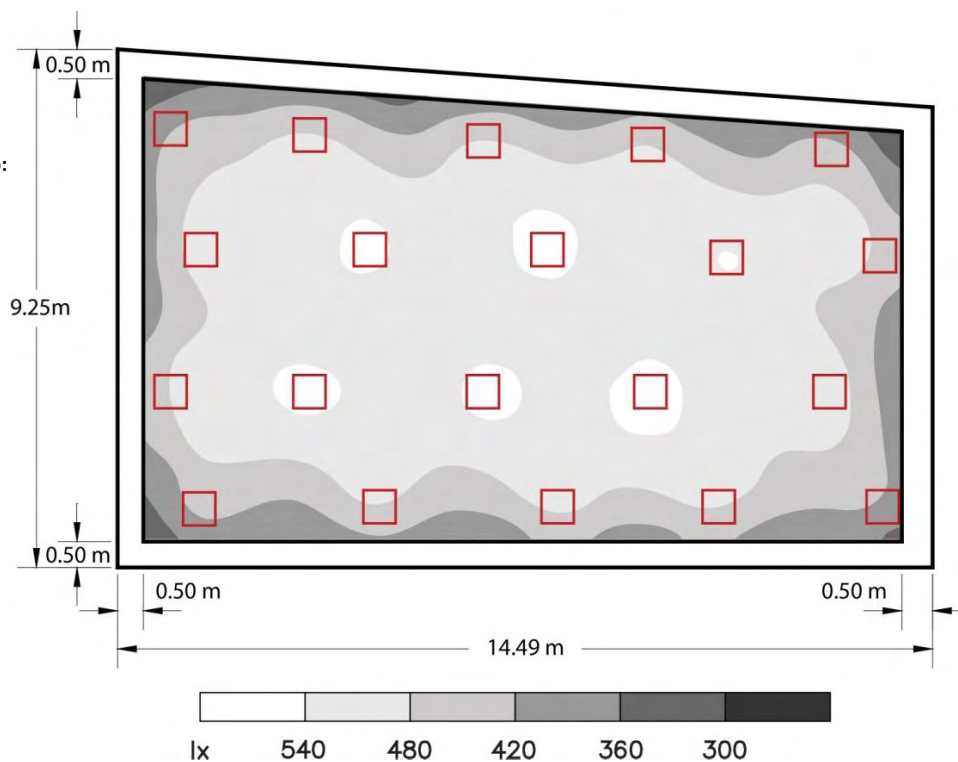
Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $9.15 \text{ W/m}^2 = 1.90 \text{ W/m}^2 / 100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 126.74 m^2)

**Ομοιομορφίες στο επίπεδο
εργασίας**

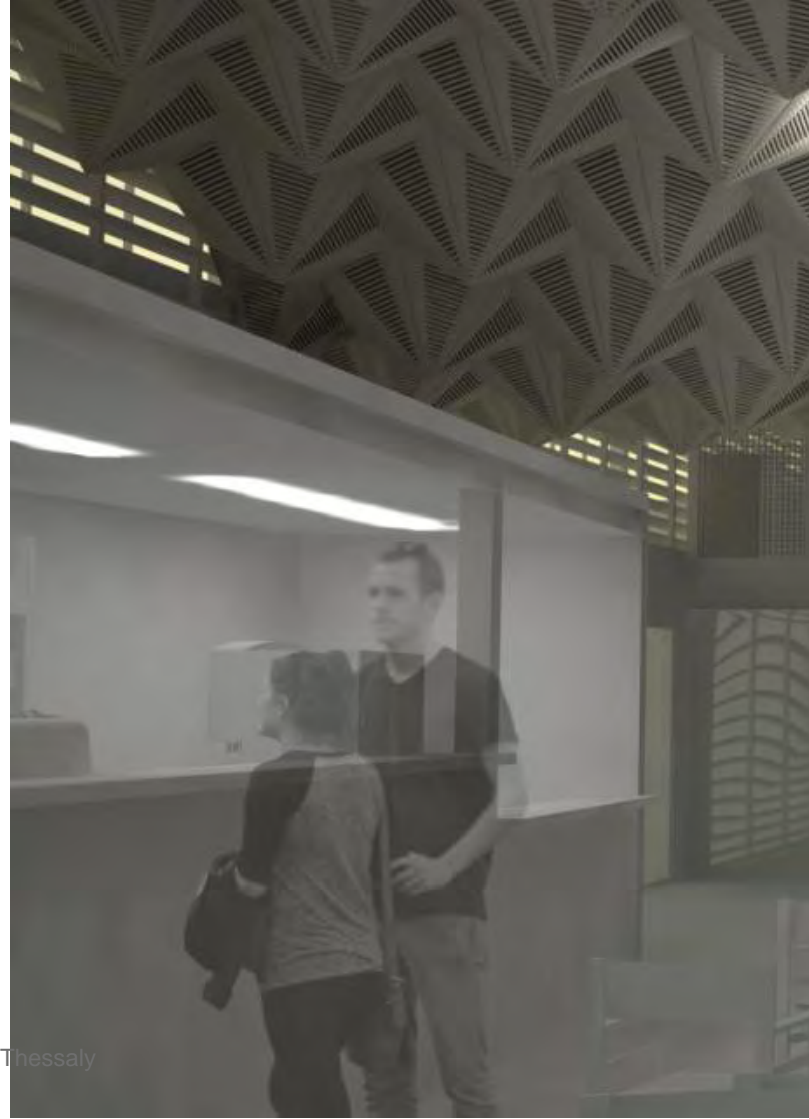
Θέση της επιφανείας στον χώρο:



Επίπεδο εργασίας με 0.500 m
Περιφερική ζώνη
Επιλεγμένο σημείο:
(9.106 m, 33.996 m, 0.850 m)



Εικόνα 26: Νυχτερινή άποψη του
κυλικείου.





Εικόνα 27: Νυχτερινή άποψη της
αίθουσας του Παταριού.

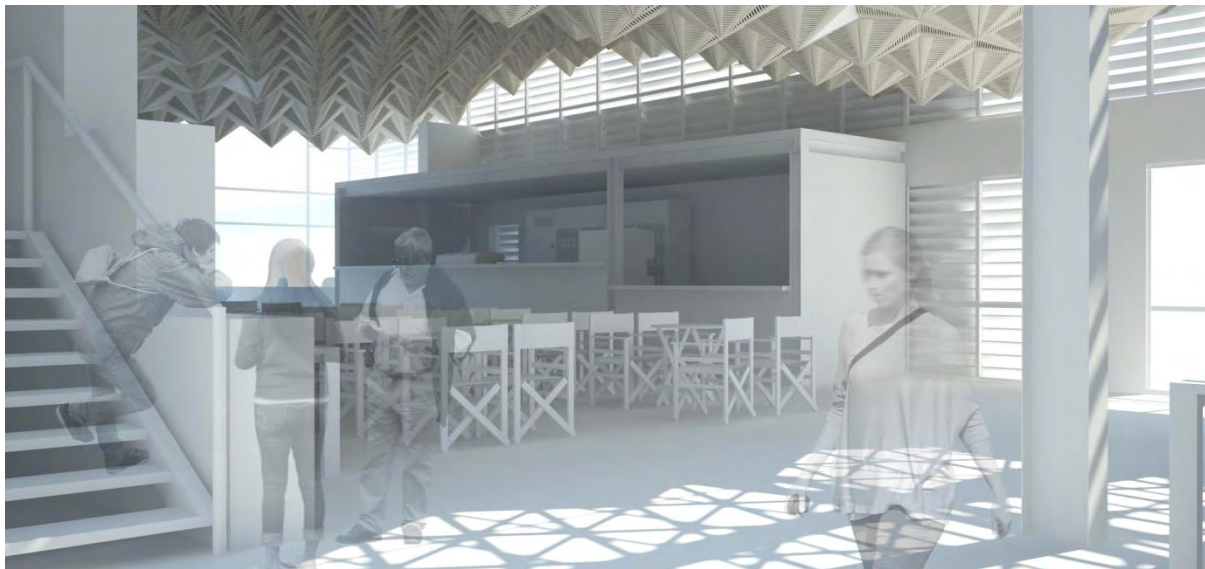




Εικόνα 28: Άποψη του αιθρίου από τον κεντρικό διάδρομο του κτιρίου.



- Τα επίπεδα **φυσικού φωτισμού** στο εσωτερικό του κτιρίου είναι αρκετά ικανοποιητικά, καθώς η μεγάλη έκταση διαφάνειας του κελύφους επιτρέπει στο φως να εισχωρεί σε αυτό, καλύπτοντας τις ανάγκες του. Προκειμένου να διατηρηθούν αυτά τα επίπεδα, ανοίξαμε ‘τρύπες’ στο πέτασμα οροφής αφαιρώντας επιφάνειες, παίζοντας με τη σχέση κενού/πλήρους. Πιο συγκεκριμένα, αφαιρέσαμε έναν αριθμό πανέλων κατά μήκος του αιθρίου, ώστε το φως να εισχωρεί ανεμπόδιστα στο εσωτερικό.



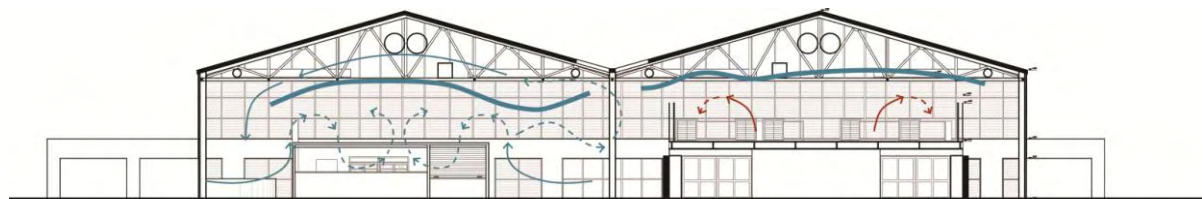
Εικόνα 29: Άποψη του κυλικείου από τον κεντρικό διάδρομο του κτιρίου.



- Με την τοποθέτηση των πετασμάτων στο χώρο, αλλάζουμε τη μορφολογία του, δημιουργώντας καινούριες πλαινές διατάξεις και μια νέα πιο χαμηλή οροφή, γεγονός που επηρεάζει τον τρόπο **θέρμανσης/ψύξης** του. Εκτός αυτού, το πέτασμα λειτουργεί και ως μονωτική επιφάνεια, καθώς περιέχει θερμομονωτικό υλικό (υαλοβάμβακας, πετροβάμβακας), βελτιώνοντας την απόδοση του χώρου.



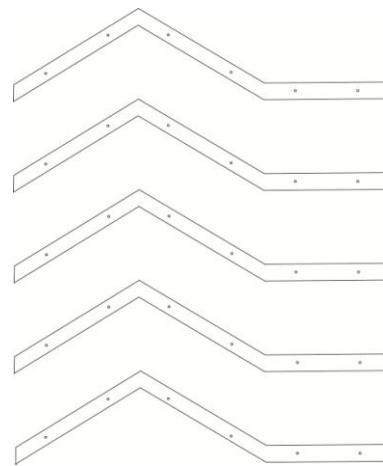
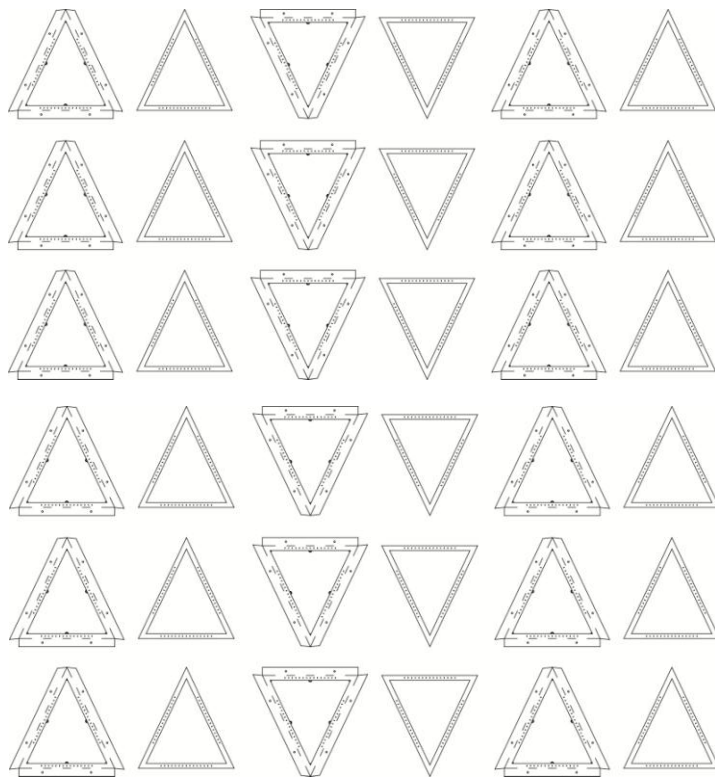
ΤΟΜΗ ΧΩΡΟΥ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ-ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΨΥΞΗΣ/ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ (ΘΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ)



ΤΟΜΗ ΧΩΡΟΥ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ-ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΨΥΞΗΣ/ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ (ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ)



- Ως προς την **κατασκευασσιμότητα** των πετασμάτων, ένα σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι επιτρέπει την εύκολη αφαίρεση των πανέλων, προκειμένου να αντικατασταθούν ή να καθαριστούν, ενώ παράλληλα εξασφαλίζει τη σταθερότητα της συνολικής κατασκευής. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφέρουμε ότι παρέχεται και η δυνατότητα εξαγωγής αρχείων με τις διαστάσεις των επιμέρους κομματιών, τα οποία μπορούν να αυτοματοποιήσουν τη διαδικασία κοπής τους, χρησιμοποιώντας μηχανήματα κοπής με laser (CNC Cutter).

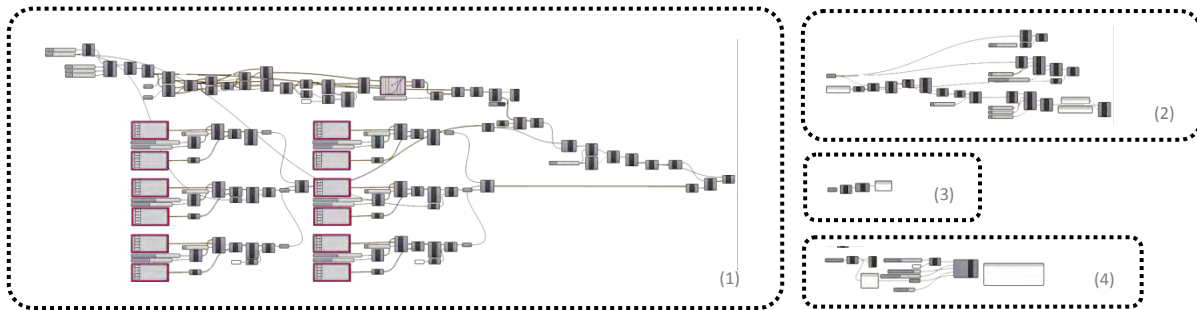


➤ Επίλογος

Η κεντρική επιδίωξη αυτής της διπλωματικής εργασίας ήταν η βελτίωση των συνθηκών άνεσης (ακουστική, οπτική, θερμική κτλ.) ενός plan χώρου στο κτίριο της Σχολής Αρχιτεκτόνων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, και συγκεκριμένα στο Πατάρι του Μεταπτυχιακού. Η επέμβαση που προτάθηκε κινήθηκε στα σχεδιαστικά πλαίσια των πτυχώσεων (origami) και του παραμετρικού σχεδιασμού, καθώς μια τέτοιου είδους λογική ανταποκρίνεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο στις προβληματικές ενός “ανοιχτού” χώρου, όπως μελετήθηκε και σε προγενέστερη έρευνα. Η αναζήτηση του πτυχωτού μοτίβου(pattern), η συγγραφή του παραμετρικού εργαλείου (script), η επιλογή των υλικών, η μεταξύ τους συναρμογή στην κατασκευή, η διαμόρφωση ενός πρότυπου μοντέλου και ο έλεγχος της πληρότητας της πρότασης ως προς την ανταπόκρισή της στις λανθάνουσες συνθήκες του χώρου αποτέλεσαν αντικείμενο μελέτης και παρουσίασης, ώστε να τονισθεί η δυνατότητα βελτίωσης ενός χώρου με απλές και υλοποιήσιμες σχεδιαστικές εφαρμογές.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

➤ Ανάλυση ‘script’

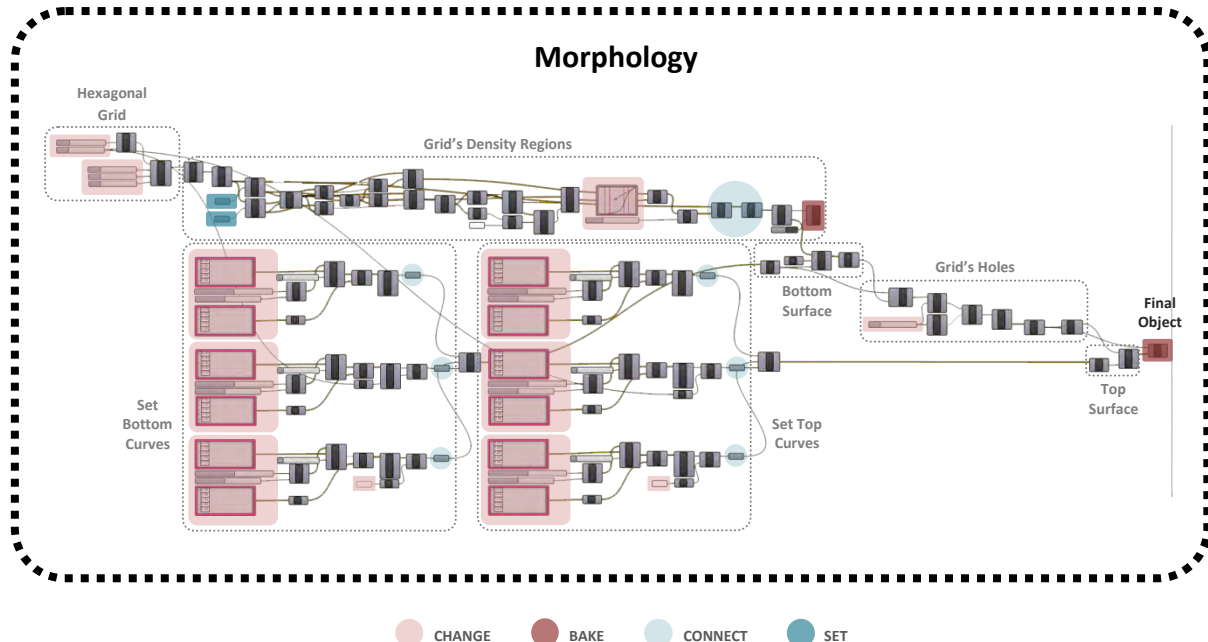


Το παραμετρικό script που παράξαμε και φέρει το όνομα “arodgorpsis_script” αποτελείται από τέσσερα διακριτά μέρη, το σχεδιαστικό (1), το κατασκευαστικό (2), αυτό του υπολογισμού επιφανειών (3) και το ακουστικό (4). Σε κάθε

κομμάτι του script επισημαίνονται με διαφορετικούς χρωματισμούς τα σημεία όπου ο χρήστης μπορεί να θέσει τις δικές του παραμέτρους, ανάλογα με το χώρο, τη γεωμετρία, τη σχεδιαστική ιδέα και κυρίως τις επιθυμίες του.



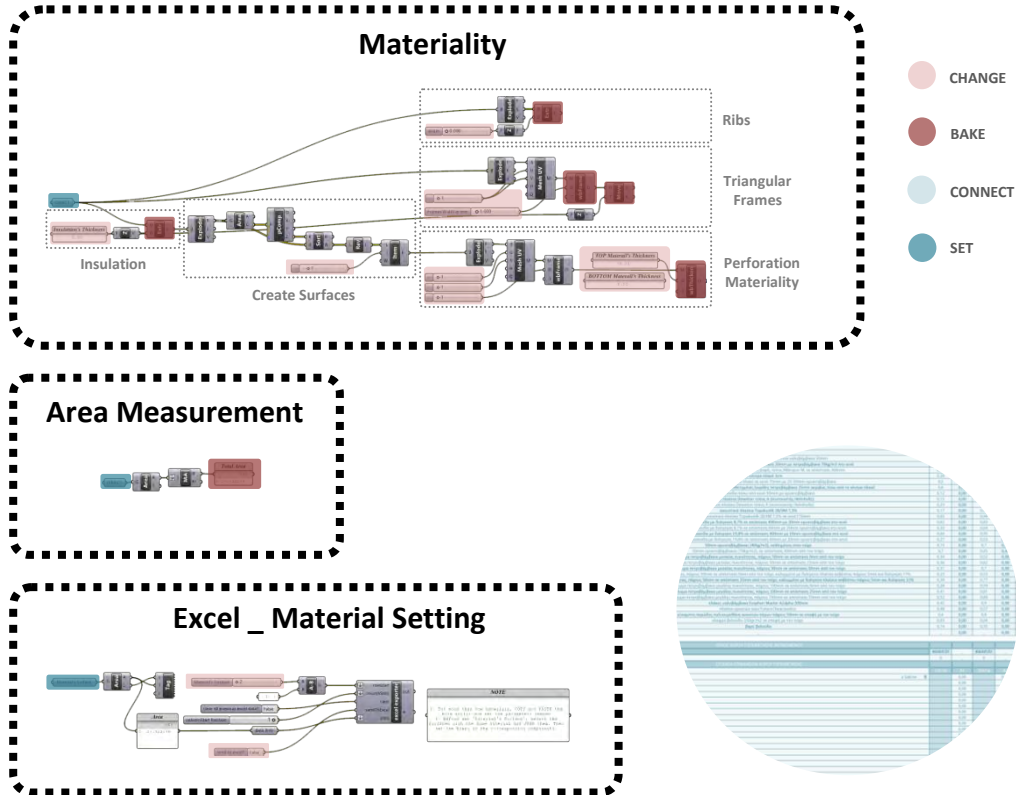
Στο σχεδιαστικό μέρος του παραμετρικού εργαλείου καθορίζονται, κατά σειρά όπως φαίνονται, ο βασικός εξαγωνικός κάρναβος στην επιφάνεια που επιθυμείται να τοποθετηθεί το πέτασμα οροφής, τα σημεία μαγνήτες (point attractors) που παραμορφώνουν τον κάρναβο, οι καμπύλες που θα διαμορφώσουν την καμπύλη επιφάνεια που θα ακολουθήσουν οι βάσεις των εξαγωνικών πυραμίδων (bottom surface) και αντίστοιχα οι καμπύλες για την επιφάνεια που ακολουθούν οι κορυφές των πυραμίδων (top surface), τα κενά που θα αφεθούν σε όλη τη δομή και, τέλος, η οριστική μορφή του πετάσματος.



Στο κατασκευαστικό μέρος του script καθορίζονται τα διάφορα επίπεδα των υλικών που θα τοποθετηθούν στο πέτασμα με τα αντίστοιχα πάχη τους, «χτίζοντας» ψηφιακά το τελικό αντικείμενο. Με τον ίδιο τρόπο, λουπόν, όπως και προηγουμένως, ο χρήστης αρχικά θέτει τη γενική επιφάνεια του αντικειμένου, καθορίζει το πάχος του πρώτου υλικού, έπειτα διαχωρίζει το αντικείμενο στις επάνω και κάτω επιφάνειες, ορίζει το ύψος του δομικού σκελετού, διαστασιολογεί τα επιμέρους στοιχεία του (π.χ. στεφάνια) και στο τελευταίο κομμάτι διαμορφώνει το μοτίβο της διάτρησης στο υλικό της επάνω ή/και της κάτω επιφάνειας, καθώς και το πάχος του. Ανάλογα με το πλήθος των υλικών που είναι επιθυμητό να εφαρμοστούν στο πέτασμα οροφής, συμπληρώνονται και ορίζονται τα διάφορα μέρη του script (π.χ. για ένα υλικό εφαρμογής ο χρήστης σταματά στον

καθορισμό των διαστάσεων του πρώτου υλικού και πιθανότατα και του σκελετού).

Το τελευταίο κομμάτι του script αφορά την ακουστική μέτρηση του αντικειμένου, καθορίζοντας την επιφάνεια του κάθε υλικού εφαρμογής και συνδέοντας τη με τον πίνακα των ακουστικών δεδομένων στο αρχείο excel που δίνεται, για τον έλεγχο της ακουστικής συμπεριφοράς του πετάσματος στο χώρο. Εκεί, ορίζοντας όπως αναφέραμε το εμβαδό της επιφάνειας των υλικών εφαρμογής τόσο στο αντικείμενο όσο και στον χώρο τοποθέτησης, καθώς και τις διαστάσεις του χώρου, εξάγονται τα ακουστικά στοιχεία του αντικειμένου για τον συγκεκριμένο χώρο (χρόνος αντήχησης, ηχοαπορροφητική επιφάνεια κάθε υλικού, συνολική ηχοαπορροφητική επιφάνεια).



Πίνακας 16: Πίνακας συντελεστών ηχοαπορρόφησης υλικών (Excel)

ΥΛΙΚΑ	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
υαλοπέτασμα 4mm	0,30	0,20	0,1	0,07	0,05	0,02
υαλοπέτασμα 6mm	0,10	0,08	0,04	0,03	0,02	0,02
βαρύ υαλοπέτασμα	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
φύλλο μη διάτρητου αλουμινίου πάχους 0,5mm σε απόσταση 20mm με πετροβάμβακα 70kg/ m ³ στο κενό	0,54	1,00	0,69	0,50	0,41	0,22
μεταλλικό φύλλο χωρίς ορατές οπές με ακουστική βαφή, τύπος Mikrogor M, σε απόσταση 300mm	0,21	0,77	0,64	0,70	0,80	0,71
πλαίσιο κόντρα πλακέ 1cm	0,28	0,22	0,17	0,09	0,10	0,11
3-4mm άσβεστος ή φύλλα κόντρα πλακέ σε κενό 75mm με 25-50mm ορυκτοβάμβακα	0,50	0,30	0,10	0,05	0,05	0,05
πλαίσιο κόντρα πλακέ 6mm με κενό 75mm, με τοποθετημένες λωρίδες πετροβάμβακα 25mm ακριβώς πίσω από το κόντρα πλακέ	0,60	0,30	0,10	0,09	0,09	0,09
22mm μοριοσανίδα πάνω από κενό 50mm με ορυκτοβάμβακα	0,12	0,04	0,06	0,05	0,05	0,05
ακουστικά πλαίσια Deweton τύπος A (συντονιστής Helm-holtz)	0,15	0,70	0,53	0,55	0,98	0,65
ακουστικά πλαίσια Deweton τύπος A (συντονιστής Helm-holtz)	0,23	0,18	0,23	0,53	1,00	0,63
ακουστικά πλαίσια Toraku-stik 28/4M 7,5%	0,17	0,48	1,00	0,88	0,47	0,41
ακουστικά πλαίσια Torakustik 28/4M 7,5% σε κενό 170mm	0,65	0,94	0,94	0,73	0,51	0,43
16mm mdf με διάτρηση 28%, με ακουστική μεμβράνη και 50mm υαλοβάμβακα	0,6	0,3	0,1	0,09	0,09	0,09
διάτρητη γυψοσανίδα με διάτρηση 8,7% σε απόσταση 400mm με 20mm ορυκτο-βάμβακα στο κενό	0,62	0,83	0,71	0,64	0,42	0,51

διάτρητη γυψοσανίδα με διάτρηση 8,7% σε απόσταση 60mm με 20mm ορυκτο-βάμβακα στο κενό	0,33	0,64	0,99	0,63	0,29	0,45
διάτρητη γυψοσανίδα με διάτρηση 19,8% σε απόσταση 400mm με 20mm ορυκτοβάμβακα στο κενό	0,66	0,95	0,77	0,90	0,67	0,75
διάτρητη γυψοσανίδα με διάτρηση 19,8% σε απόσταση 60mm με 20mm ορυκτοβάμβακα στο κενό	0,27	0,53	1,00	0,90	0,52	0,68
50mm ορυκτοβάμβακας (40kg/ m ³), κολλημένος στον τοίχο	0,15	0,70	0,60	0,60	0,85	0,90
50mm ορυκτοβάμβακας (70kg/m ³), σε απόσταση 300mm από τον τοίχο	0,70	0,45	0,65	0,60	0,75	0,65
πάπλωμα πετροβάμβακα μεσαίας πυκνότητας, πάχους 50mm σε απόσταση 0mm από τον τοίχο	0,34	0,52	0,94	0,83	0,81	0,69
πάπλωμα πετροβάμβακα μεσαίας πυκνότητας, πάχους 50mm σε απόσταση 25mm από τον τοίχο	0,36	0,62	0,99	0,92	0,92	0,86
πάπλωμα πετροβάμβακα μεσαίας πυκνότητας, πάχους 50mm σε απόσταση 50mm από τον τοίχο	0,31	0,70	0,99	0,98	0,92	0,84
πάπλωμα πετροβάμβακα μεσαίας πυκνότητας, πάχους 50mm σε απόσταση 0mm από τον τοίχο, καλυμμένο με διάτρητα πλαίσια ασβέστου πάχους 5mm και διάτρηση 11%	0,23	0,53	0,99	0,91	0,62	0,84
πάπλωμα πετροβάμβακα μεσαίας πυκνότητας, πάχους 50mm σε απόσταση 25mm από τον τοίχο, καλυμμένο με διάτρητα πλαίσια ασβέστου πάχους 5mm και διάτρηση 11%	0,39	0,77	0,99	0,83	0,58	0,50
πάπλωμα πετροβάμβακα μεγάλης πυκνότητας, πάχους 100mm σε απόσταση 0mm από τον τοίχο	0,28	0,59	0,88	0,88	0,88	0,72



πάπλωμα πετροβάμβακα μεγάλης πυκνότητας, πάχους 100mm σε απόσταση 25mm από τον τοίχο	0,41	0,81	0,99	0,99	0,92	0,83
πάπλωμα πετροβάμβακα μεγάλης πυκνότητας, πάχους 100mm σε απόσταση 50mm από τον τοίχο	0,52	0,89	0,99	0,98	0,94	0,86
πλάκες υαλοβάμβακα Ecophon Master A/alpha 200mm	0,45	0,90	0,95	1,00	0,95	0,90
πλαίσια ορυκτών ινών Futura Owacoustics	0,48	0,57	0,62	0,79	0,99	1,00
εύκαμπτη πορώδης πολυουρεθάνη ανοικτών πόρων πάχους 50mm σε επαφή με τον τοίχο	0,40	0,80	0,80	0,80	0,70	0,70
ελαφρύ βελούδο 350kg/ m ² σε επαφή με τον τοίχο	0,03	0,04	0,11	0,17	0,24	0,35
βαρύ βελούδο	0,14	0,35	0,55	0,72	0,70	0,65

ΠΗΓΕΣ

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη Βιβλιογραφία

Hans Ulrich BURI, *Origami - Folded Plate Structures*, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse, 2010

Andre M. James, *Deployable Architecture*, Georgia Institute of Technology, 2008

Adolf Loos, Le Corbusier, *Raumplan versus Plan Libre, 1919-1930*, ed. Max Risselada, Rizzoli, New York, 1988

Mark Schenk, *Origami in Engineering and Architecture*, University of Cambridge, Department of Engineering, Architectural Engineering 4D13: Engineering Origami

Ελληνική Βιβλιογραφία

Nicolas REMY, *Ακουστική των Αιθουσών*, Ηχητικές ατμοσφαιρες και κλειστοί χώροι, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Εαρινό Εξάμηνο 2012-13

Διονύσιος Ευθυμιάτος, *Ακουστική και κτιριακές εφαρμογές*, Παπασωτηρίου, 2007

Έφη Συγκολλιτού, *Περιβαλλοντική Ψυχολογία*, Ελληνικά Γράμματα, 2009

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, *Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010*, Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, ΆΕκδοση, Αθήνα, Ιανουάριος 2011

Ιωάννα Χριστιά, *Ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίου Αρχιτεκτονικής*, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, 2014



ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

<http://www.uth.gr/>

<http://www.machacoustics.com/sustainableacoustics/chapter-5-room-acoustics-and-reverberation/p47.html>

<http://brd-nonoise.com/Architectural.aspx>

<http://www.cm-wetec.info/e-cms/programm/o.prg?pos=2.1>

http://www.bnoack.com/index.html?http&&&www.bnoack.com/acoustic/RT_meetingrooms.html

<http://www.arch.uth.gr/el/>

<http://www.ktfotismos.gr/>

<http://www.acalight.gr/>

<http://www.markschenk.com/research/teaching/archeng2012.html>

<http://www.tsg.ne.jp/TT/software/>

<http://www.winwood-products.com/eng/timber-products/plywood/beech-plywood.htm>

<http://www.bobgolds.com/AbsorptionCoefficients.htm>

<http://muranoacoustics.com.au/laminated-slotted-wood-acoustic-panels/>

http://www.nonwovens-group.com/ecomaXL/index.php?site=FNW_EN_produkte_detail&udtx_id=131

<http://www.bradfordinsulation.com.au/Products/Commerical/HVAC/Flexitel.aspx>

<http://www.shokoa.com/appealing-wire-picture-hanging-system-ideas/wire-hanging-display-systems-design-ideas/>

<http://www.giggear.com.au/Knock-down-Hinge.html>

<http://www.carpin.com/furniturecaster.htm>

<http://www.odeon.dk/>

<http://www.dial.de/DIAL/en/dialux.html>

http://products.iguzzini.com/iplan_led_square_ceiling_wall

<http://www.tamasoft.co.jp/pepakura-en/>

<http://www.rhino3d.com/>

<http://www.grasshopper3d.com/>

ΟΠΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1: <http://www.bing.com/maps/>

Εικόνα 2: <http://www.uth.gr/>

Εικόνα 3: <http://www.philippitzis.gr/>

Εικόνα 4: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 5, 6: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 7, 8: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 9, 10: Hans Ulrich BURI, *Origami - Folded Plate Structures*, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse, 2010

Εικόνα 11.1, 11.2, 11.3: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 12: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 13: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 14: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 15: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 16: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 17: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 18: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 19: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 20: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 21: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 22: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 23: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 24: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 25: Προσωπικό αρχείο (ODEON)

Εικόνα 26: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 27: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 28: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 29: Προσωπικό αρχείο

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1, 2, 3, 4, 5, 6: Προσωπικό αρχείο

Πίνακας 7.1, 7.2, 7.3, 7.4: Προσωπικό αρχείο

Πίνακας 8: <http://muranoacoustics.com.au/laminated-slotted-wood-acoustic-panels/>

Πίνακας 9: Διονύσιος Ευθυμιάτος, *Ακουστική και κτιριακές εφαρμογές*, Παπασωτηρίου, 2007

Πίνακας 10, 11, 12, 13, 14, 15: Προσωπικό αρχείο (ODEON)

Πίνακας 16: Διονύσιος Ευθυμιάτος, *Ακουστική και κτιριακές εφαρμογές*, Παπασωτηρίου, 2007



